JUN 18 1962
LIBRARY
BOREAL INSTITUTE

Pam. 551.34:0014.4

PÉRIGLACIAIRE DU CANADA

IDÉES NOUVELLES ET PERSPECTIVES GLOBALES

par

Louis-Edmond HAMELIN
professeur de géographie, Université Laval, Québec.

(Extrait des *Cahiers de géographie de Québec*
Vol. V, nº 10, Avril-Septembre 1961)

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC — CANADA

POLAR
PAM
2232
POLARPAM

PÉRIGLACIAIRE DU CANADA

IDÉES NOUVELLES ET PERSPECTIVES GLOBALES

par

Louis-Edmond HAMELIN
professeur de géographie, Université Laval, Québec.

(Extrait des *Cahiers de géographie de Québec*
Vol. V, nº 10, Avril-Septembre 1961)

LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ LAVAL
QUÉBEC — CANADA

PÉRIGLACIAIRE DU CANADA : IDÉES NOUVELLES ET PERSPECTIVES GLOBALES [1]

par

Louis-Edmond HAMELIN

professeur de géographie, Université Laval, Québec.

ABSTRACT

Periglacial conditions which occur in Canada have been studied recently. Most of the research has been so far limited in scope (mostly patterned ground and permafrost), undertaken for practical purposes (v.g. airport strips and the new Aklavik's site) and often carried by governmental agencies. Though a hundred titles or so of various articles and notes could be cited in a bibliographical survey of the topic, it must be underlined that the inventory of periglacial phenomena itself is still far from being completed. This paper, prepared for the Canadian Committee of the International Commission of Periglacial Geomorphology, is based on a broad conception of the topic. The author suggests a useful series of new analytical concepts and outlines new fields for future research.

The paper deals with three major aspects of periglacial studies : processes, datation and regions. Some of the processes and conditions are : terrain, wind, vegetation, the climatic « facies » (frozen ground, snow, air temperature and floating ice system). The author feels that all periglacial phenomena in Canada can be classified within a chronological sequence which he makes an attempt to establish as follows : a) Lower and Middle Wisconsin ; b) Pleniwisconsin ; c) Finiwisconsin ; d) Late Glacial ; and, e) Recent.

Canada, in the opinion of Dr. Hamelin, can be divided into eleven periglacial « provinces ». The first four provinces : Elizabeth, Victoria, Keewatin *and* Innuit *are closely associated with continuous permafrost. Three provinces,* Hudson, Labrador *and* Mackenzie, *are situated in the periarctic zone. Two,* Alberta *and* Saint-Laurent, *have a southern situation along the parallel 50°N. Finally, two provinces :* Yukon *and* Columbia, *lie within the limits of Western Cordillera. These eleven provinces are proposed to serve for the designation of periglacial types or regimes throughout the cold regions of the world.*

The paper concludes with a glossary of new terms suggested for adoption.

INTRODUCTION

Historique des recherches

Voici d'abord un bref rappel historique des recherches concernant les phénomènes périglaciaires du Canada. Depuis le milieu du XIXe siècle, des géologues et des naturalistes mentionnent discrètement dans leurs *Rapports* l'existence de phénomènes superficiels aberrants dont certains sont qualifiés maintenant de périglaciaires. Plus tard, durant le premier quart du XXe siècle, des études encore valables décrivant des modelés cryergiques ont été publiées

[1] Cet article fait partie des travaux du Comité canadien de la Commission de géomorphologie périglaciaire de l'Union géographique internationale. L'auteur est membre titulaire de cette Commission.

sur le Yukon et l'Alaska. Mais ces premières observations isolées n'ont pas directement conduit à l'étude systématique du relief qu'élaborent les divers agents « froids » autres que la glace de glacier ; il a fallu attendre l'ouverture de l'Arctique canadien à l'occasion de la dernière guerre mondiale pour voir naître au Canada des recherches périglaciaires intensives.

Liés à l'Arctique, les travaux sur le « périglaciaire » canadien offrent des caractères particuliers. Comme le cas s'était d'ailleurs produit pour le Spitzberg à la suite du Congrès international de géologie de 1910, le périglaciaire au Canada sera centré sur l'étude de la surface géométrique des terrains ; A. L. Washburn, par ses travaux bien connus sur le *Patterned ground* illustre cette tendance.[2] D'un autre côté, l'Arctique canadien causant de grandes difficultés techniques à l'occupation humaine (route, habitations, piste d'atterrissage, radar . . .) va amener les ingénieurs à entreprendre l'étude du pergélisol et du mollisol. Ainsi, le *patterned ground* et le gélisol permanent vont rapidement devenir les deux champs favoris. Ces excellentes études seront donc généralement appliquées, conduites par des scientifiques et patronnées par les gouvernements ; on est un peu loin de la conception géographique du périglaciaire, plus large, plus académique et plus morphologique.

Seulement trois régions ont été passablement étudiées : 1° quelques îles du Canada insulaire dont Victoria (thèse de A. L. Washburn en 1947) et Cornwallis (autour de Resolute) ; puis, 2° le Nord-Ouest du Canada continental : bande longitudinale à la route Alcan et le delta du Mackenzie ; enfin, 3° le Labrador-Ungava. Il sera difficile avec ces régions-échantillons de proposer une régionalisation valable pour l'ensemble du territoire canadien.

Les principaux organismes gouvernementaux de recherches dans les zones nordiques ont été le Conseil national des recherches,[3] la *Geographical Branch* ou Direction de la géographie (fondée en 1947, cette institution a un programme périglaciaire détaillé depuis 1958), la Section Pléistocène du Service géologique,[4] l'Office de la défense nationale, le Ministère des transports (météorologie, navigation dans les glaces). En dehors de ces organismes fédéraux mais parfois associés à eux, certains autres groupes canadiens ont entrepris des recherches dans les zones nordiques du Canada, par exemple *l'Arctic Institute of North America*, organisme à la fois canadien et états-unien, fondé en 1945,[5] l'Université McGill,[6] notamment par l'intermédiaire du *McGill Subarctic Research Laboratory*

---

[2] Washburn, A. L., *Patterned Ground*, dans *Revue Canadienne de géographie*, vol. IV, nos 3-4 (oct. 1950), pp. 5-60, fig. L'auteur a fait en 1956 une édition corrigée de son texte dans le *Bull. Geol. Soc. of Am.*

[3] Voir en particulier les *Technical Memoranda* de l'*Associate Committee on Soil and Snow Mechanics*, Ottawa, depuis 1945 et les *Technical Papers*.

[4] Voir les *Rapports* et les *Mémoires*.

[5] Cette importante institution publie :

a) la revue *Arctic*, Montréal, depuis 1945 ;
b) des *Technical Papers* ;
c) des *Special Publications* ;
d) l'immense *Arctic Bibliography* (9 volumes).

[6] Hare, F. Kenneth, *A Photo-Reconnaissance of Labrador-Ungava*. Mémoire, n° 6, Geographical Branch, Ottawa, 1960, fig.

fondé en 1954 [7] et de l'*Arctic Meteorology Research Group*, les compagnies minières, le Groupe Jacobsen, le Département de géologie et de géographie de l'Université de la Colombie britannique, le Ministère des mines de la province de Québec et l'Université Laval.[8] Une partie seulement des nombreux travaux de ces groupements concernent le périglaciaire.

Le Canada méridional n'ayant, au-dessous de quelques zones alpines, ni *patterned ground*, ni pergélisol actuels, a été très peu étudié dans ses aspects périglaciaires. Les premiers travaux sont de deux ordres ; des observations précoces — non reliées spécifiquement au périglaciaire — traitent des cailloux ou des bourrelets rocheux transportés et mis en place par les glaces flottantes (depuis la moitié du XIXe siècle ; voir notamment Faribault en 1916). Quant aux premières mentions concernant directement le périglaciaire du Canada méridional, elles semblent dater de 1954 seulement ; il s'agit d'un jugement de valeur qualifiant des phénomènes glaciels (au Mattagami), nivaux, granulométriques et solifluidaux (à la colline Lesueur) dans le territoire d'Abitibi.[9]

L'un des organismes canadiens qui ont travaillé le plus à l'étude du périglaciaire du Canada est la Direction de la géographie — *Geographical Branch* à Ottawa.[10] Ses travaux peuvent être divisés en deux groupes : 1° des recherches sur le terrain faites presqu'exclusivement dans l'Arctique ; et, 2° de précieux inventaires centrés sur le « status of the study of periglacial phenomena in Canada ». Cela comprend deux utiles bibliographies sélectives de plusieurs centaines de titres avec résumés ; [11] à partir de ces renseignements portés sur cartes perforées, M. Cook a pu présenter pour la première fois au Canada un aperçu général de la morphologie périglaciaire du Canada.[12]

---

[7] Publications :

a) *McGill Sub-Arctic Research Papers* ;

b) *Annual Report* ;

c) *Supplement* au Rapport annuel, Schefferville, Québec.

[8] Dans les bibliothèques de certaines universités, on trouve des thèses manuscrites sur le périglaciaire canadien, notamment à Harvard (U.S.A.), McGill, U.B.C. (Vancouver) et Laval (Québec).

[9] « Dans cette région, les phénomènes périglaciaires, sans être jamais spectaculaires. sont tout de même sensibles. » HAMELIN, Louis-Edmond et DUMONT, Benoît, *La colline Lesueur*, dans *Notes de géographie*, n° 7 (1954), p. 4.

[10] COOK, Frank A., *Geographical Branch studies in Periglacial Geomorphology*. Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 7 (mars 1960), pp. 209-212, bibl. Les études périglaciaires de la Direction de la géographie ont été publiées soit dans l'une ou l'autre série de cet organisme : *Geographical Bulletin*, *Geographical Papers*, *Memoirs*, *Bibliographical Series*, soit dans certaines revues extérieures telles que *The Canadian Geographer – Le géographe canadien* (Ottawa-Toronto), *Arctic* (Montréal).

[11] COOK, Frank A.,

a) *Selected bibliography on Canadian permafrost. Annotations and Abstracts.* Bibliographical Series, n° 20, Geographical Branch, Ottawa, 1958, 23 pp.

b) *. . . on periglacial phenomena . . .* Bibliographical Series, n° 24, Geographical Branch, Ottawa, 1960, 23 pp. Dans le présent article, nous ne répétons pas en principe les titres mentionnés dans les bibliographies de M. Cook.

[12] COOK, Frank A., *A Review of the study of periglacial phenomena in Canada – Revue des études canadiennes de périglaciaire.* Dans *Geographical Bulletin*, Ottawa, n° 13 (1959), pp. 22-53. L'auteur a repris son texte à l'occasion du Congrès de l'*Arctic Geology* à Calgary, en 1960. Un autre chercheur canadien a présenté une courte revue de la bibliographie périglaciaire nordique du Canada : BIRD, J. Brian, *Recent contributions to the physiography of Northern Canada.* Dans *Annals of Geomorphology*, Göttingen, vol. 3, n° 2 (1959), pp. 164-167.

Le Canada entretient des relations avec la Commission de géomorphologie périglaciaire de l'Union géographique internationale.[13] Pour la première fois, en 1956, des contacts officiels ont eu lieu. D'un côté, M. Michel Brochu, alors attaché au Laboratoire de géographie de Strasbourg (France) que dirigeait l'actif secrétaire de la Commission, M. Jean Tricart, a adressé à la Commission un bref *Rapport* sur le Canada.[14] D'un autre côté, nous avons été nommé membre titulaire de ladite Commission. Au nom du futur Comité canadien de la Commission, nous avons défini un plan sommaire de travail ; [15] ce Comité a aidé la cause du périglaciaire au Canada [16] et il a patronné quelques travaux.[17]

Malheureusement, très peu connues sont les nombreuses observations de détail enregistrées pour la totalité du pays par des géologues, ingénieurs, géographes et autres ; ce n'est que par contact personnel avec les chercheurs que l'on peut prendre connaissance de ces données dispersées.

Que conclure de ce trop bref inventaire? Axées fondamentalement sur des problèmes arctiques locaux, les recherches périglaciaires au Canada ne donnent de l'ensemble du problème qu'une vue assez partielle. Très peu de travaux ont été consacrés à des phénomènes intéressant une vaste superficie ; très peu de recherches englobent tous les événements périglaciaires à l'intérieur d'une même région ; très peu d'études descriptives et critiques abordent le problème de l'existence ou de la non-existence du système morphogénétique correspondant ; peu de chercheurs ont étudié les rapports entre la paléoclimatique quaternaire et le modelé. Malgré des études détaillées souvent remarquables, l'inventaire et l'explication des phénomènes périglaciaires canadiens sont loins d'être des tâches achevées.

À vrai dire, comparé à d'autres pays, le Canada n'a pas de retard honteux. Même si les premiers traités de géographie physique (par exemple celui de de Grandpré publié à Paris en 1825) mentionnaient déjà l'action de la « congélation »

---

[13] HAMELIN, Louis-Edmond,

a) La Commission internationale de géomorphologie périglaciaire et le Canada. Dans *The Canadian Geographer – Le géographe canadien*, vol. 13 (1959), pp. 14-17.

b) La Commission de géomorphologie périglaciaire en 1960, Rapport du Comité canadien de l'Union géographique internationale, Ottawa, 1960, 7 pages dact.

[14] BROCHU, Michel, *Canada.* Dans *Biuletyn Peryglacjalny*, Lodz, n° 4 (1956), pp. 9-15, bibl.

[15] HAMELIN, Louis-Edmond, *Projet de coordination des recherches périglaciaires dans l'Est canadien.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 3 (1957), pp. 141-142.

[16] Notamment en servant d'intermédiaire entre la Commission (réunion annuelle à l'extérieur du Canada) et des chercheurs canadiens (réunions à Québec, Schefferville, Ottawa et Montréal).

[17] HAMELIN, Louis-Edmond, *Dictionnaire franco-anglais des glaces flottantes.* Travaux de l'Institut de géographie de l'Université Laval, n° 9, Québec, 1re édition, 1959, 64 pages dact.

b) HAMELIN, Louis-Edmond. Rapports des réunions de la Commission tenues en Pologne et au Maroc. Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 5, (1959) et n° 7 (1960).

c) COOK, Frank A., *Selected bibliography on periglacial phenomena in Canada. Annotations and Abstracts.* Bibliographical Series, n° 24, Geographical Branch, Ottawa, 1960, 23 pages.

d) Circulaire, n° 1, Comité canadien, Québec, mars 1960, 4 pages dact.

e) DUBÉ, Jean-Claude et HAMELIN, Louis-Edmond, *Carte préliminaire de phénomènes périglaciaires du Canada.* Présentée par Louis-Edmond Hamelin devant la Commission de géomorphologie périglaciaire au Congrès de Stockholm en août 1960 et au Congrès de l'ACFAS à Québec en octobre 1960 ; non publiée.

f) Circulaire, n° 2, Comité canadien, Québec, novembre 1960, 7 pages dact.

g) HAMELIN, Louis-Edmond et CLIBBON, Peter, *Vocabulaire français et anglais du périglaciaire*, Québec, 1961, 2e édition (à paraître), 32 pages dact.

sur le modelé et que, dès 1909, Lozinski parlait en Pologne du *Periglacjalny climat* et du *periglacjalny facya*, les premiers articles de H. Poser n'ont pas 30 ans, la thèse d'André Cailleux (*Les actions éoliennes périglaciaires en Europe*) n'a pas 20 ans, le Traité de C. Troll ne date que de 1944, la nomenclature de K. Brian est de 1946, la Commission de géomorphologie périglaciaire de 1949 ; les *Patterned ground* de A. L. Washburn de même que *Le modelé périglaciaire* de Jean Tricart n'ont guère plus de 10 ans ; pour sa part, le *Biuletyn Peryglacjalny* n'est apparu qu'en 1954 et ce n'est qu'en 1960 qu'une première ébauche d'une carte périglaciaire mondiale a pu être esquissée. Cependant, l'importance du périglaciaire au Canada devrait pousser les chercheurs canadiens à ne pas se contenter de suivre de près le mouvement mondial mais à le devancer ; jusqu'à maintenant, ils ont peu orienté la science périglaciaire.

Intentions du présent travail

Cet historique situe notre étude. D'un côté, pour répondre à l'un des vœux exprimés par la Commission de géomorphologie périglaciaire, vœu renouvelé au dernier Congrès de Stockholm, nous essaierons, malgré l'état imparfait des recherches, d'apporter des matériaux en vue de l'établissement futur d'une carte générale du périglaciaire du Canada. D'un autre côté, pour orienter les recherches cryonivales vers une conception plus vaste que celle qui a prévalu chez presque tous les chercheurs canadiens, nous nous laisserons guider vers une perspective globable. Cette préoccupation des ensembles et l'insuffisance de la documentation nous obligent à ne traiter que certains aspects généraux tels que conditions, séquence chronologique et répartition régionale. Sur le plan régional, c'est surtout le Canada à l'Est des Cordillères dont il s'agit.

Cette conception du « périglaciaire » que nous voulons vaste apparaît à deux paliers. D'abord, au niveau de la géomorphologie ou plutôt de la « géomorphogénologie ». Contrairement à certains auteurs qui restreignent pratiquement le périglaciaire à la solifluction et à la gélifraction, nous admettons toute une famille de processus (ou de domaines) dans l'évolution du relief des pays froids non glaciés, à savoir : 1° tous les types de glace dans le sol, 2° la gélifluction, 3° le nival, 4° la gélifraction, 5° la géliturbation, 6° le glaciel, 7° des actions chimiques (encore mal connues), 8° l'éolien (associé au faible tapis végétal des pays froids), 9° l'action végétale (par exemple dans le cas des tourbières réticulées), et, par exception, 10° les glaciers (par exemple, glacitectonique dans des matériaux gélisolés lors d'une récurrence) . . . La morphologie périglaciaire s'intéresserait donc à tous les autres processus « froids » qui ne sont pas exclusivement la glace de glacier (domaine reconnu de la morphologie glaciaire). Ainsi, les phénomènes périglaciaires sont nombreux, très facilement une soixantaine ; on n'en est donc plus à l'âge d'or des *patterned ground* et du pergélisol, même si ces deux domaines demeurent majeurs. Notre conception se définit donc par une dimension élargie. Il est vrai que, dans la réalité, il y a chevauchement entre des domaines que nous semblons, dans la précédente liste, considérer comme indépendants ; par exemple, une gélifluction peut bien se faire à l'occasion d'une fonte nivale. Il n'en reste pas moins que certains champs méritent d'être

revalorisés, par exemple, le glaciel, le nival, le gélisol temporaire, les actions chimiques, les types d'écoulement et l'incidence végétale.

Notre vaste conception du périglaciaire se retrouve à un autre niveau. L'étude du périglaciaire ne doit pas être restreinte à la seule dimension géomorphologique. Pour nous, le périglaciaire n'est pas réductible à l'examen du relief mais il peut être notamment abordé en hydrologie, en pédologie et en génie ; par exemple, en fluviologie, le régime de la Chaudière (affluent du Saint-Laurent) serait périglaciaire pendant la saison froide ; ne tient-il pas à la fois : 1° à l'englacement et au déglacement de la nappe d'eau, 2° aux précipitations nivales, à la rétention et au déneigement, 3° aux modalités de l'engel et du dégel des terrains ? Dans cet article, nous n'utiliserons ce périglaciaire non strictement morphologique que dans la mesure où il est en relation étroite avec le relief.

Trois choses se retrouvent donc dans le présent travail. Premièrement, des concepts (et des mots) nouveaux qui élargissent le domaine périglaciaire général aux doubles points de vue génétique et spatial ; ces additions ne sont pas seulement théoriques mais elles reflètent des situations réelles au Canada pris dans son ensemble. Voir le *Vocabulaire* à la fin. Deuxièmement, nous présentons des mises au point des connaissances périglaciaires, non pas d'une manière analytique en présentant l'un après l'autre chaque phénomène, mais d'une manière globale en nous arrêtant sur les conditions, la chronologie et la régionalisation ; nos considérations sont limitées par l'état même des études périglaciaires du Canada. Enfin, cette étude vise à suggérer des directions nouvelles dans les recherches périglaciaires au Canada et dans les régions analogues.

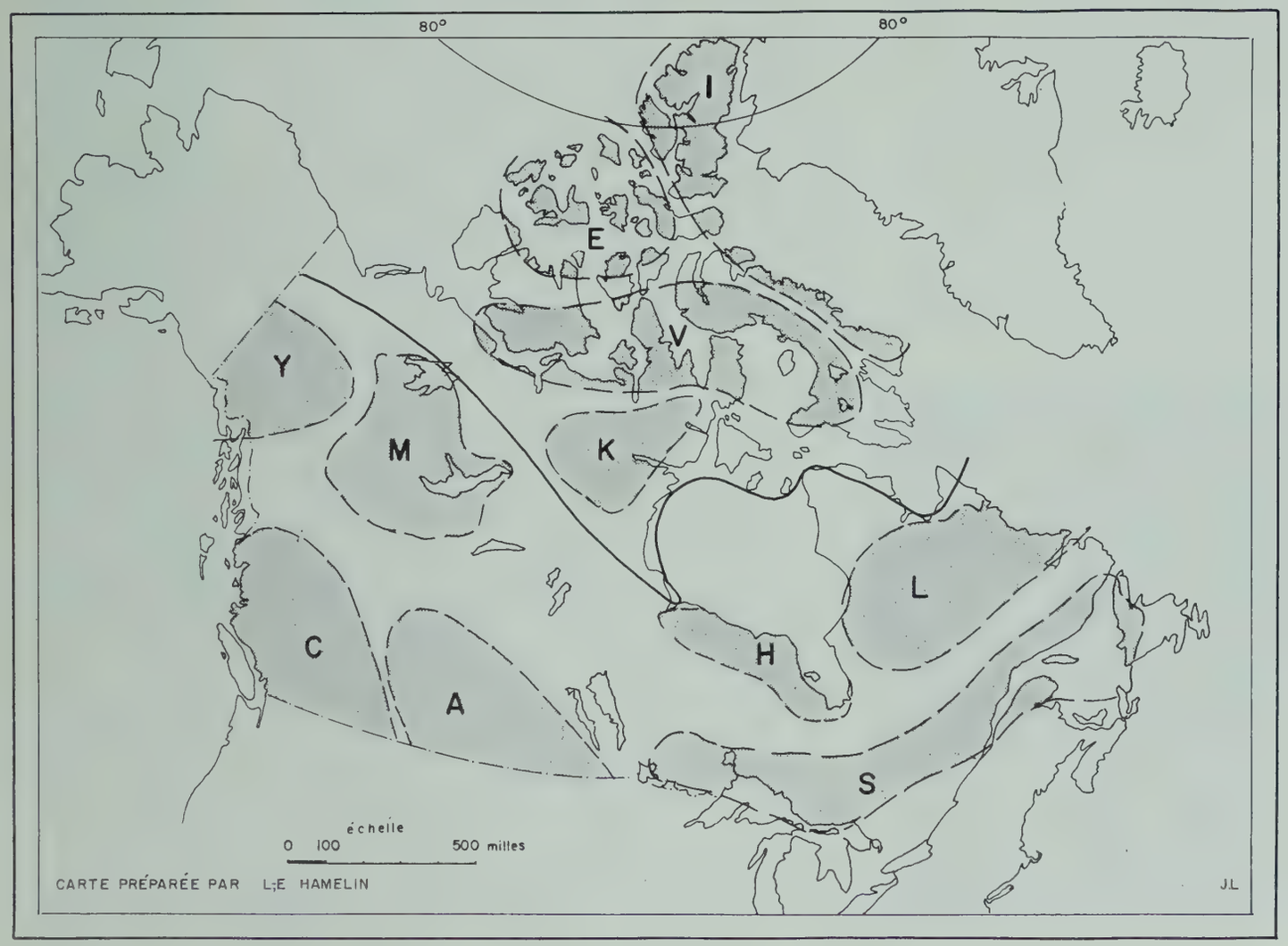
I. CONTINGENCES DIVERSES

C'est précisément cette vaste conception du périglaciaire, notamment sur le plan génétique, qui va présider à la présentation des éléments fondamentaux. En fait, cette intention se trouve malheureusement restreinte par les limites de la documentation qui nous contraignent à ne mentionner brièvement que quelques données. Autre restriction ; c'est volontairement que nous laisserons de côté des aspects aussi généraux que la circulation des masses d'air, l'émiettement du Canada arctique, la position centrale de la baie d'Hudson, la latitude (Cercle polaire), le modelé pré-périglaciaire et les paléoclimats. Nous ne soulignerons donc que trois groupes de contingences : modalités de terrain, conditions climatiques actuelles, incidences biogéographiques. À vrai dire, certains des éléments considérés, tel le pergélisol, sont à la fois cause et résultat.

1. Modalités de terrain

À cette enseigne, les généralités sont insuffisantes à traduire toute la réalité. Les faits périglaciaires étant dans l'ensemble des microphénomènes, ils présentent une sensibilité très grande aux conditions géologiques locales. À moins d'avoir une carte très détaillée montrant, pour chacun des milieux périglaciaires, l'aptitude de chaque roche à participer éventuellement à l'évolution du relief,

PRINCIPALES "PROVINCES" PÉRIGLACIAIRES du CANADA



ARCTIQUES

- Elisabeth
- Victoria
- Keewatin

PÉRIARCTIQUES

- Hudson
- Labrador
- Mackenzie

MÉRIDIONALES

PÉRIGLACIAIRE ASSOCIÉ ET INTERMITTENT

- St Laurent
- Alberta

MONTAGNEUSES

- Innuit
- Yukon
- Columbia

LIMITE SUD DU PERGÉLISOL CONTINU

il n'est pas possible d'être rigoureusement exact. Aussi, n'allons-nous signaler que quelques points.

A. *Régions glaciées*

Défalquons d'abord du domaine périglaciaire usuel les petites zones actuellement recouvertes de glaciers, notamment celles indiquées sur notre carte dans les îles arctiques d'Ellesmere, Baffin, Devon et Axel Heiberg ainsi que dans les chaînes côtières du Pacifique. D'après R. Flint, les glaciers pourraient occuper au Canada 40,000 m.c. environ, soit plus de 1% du territoire. Le fait de distraire les région glaciées des zones périglaciaires ne veut pas dire que le domaine (jadis autonome) de la morphologie glaciaire n'est jamais soumis aux processus cryergiques ; il faut penser que ceux-ci sont en action sur la glace, sous la glace et surtout dans les sections proglaciaires ; ces dernières sont de deux types : il y a des régions qui ne sont périglaciaires que durant les interstadiaires par suite des récurrences et des ablations frontales ; d'autres régions sont périglaciaires durant une plus longue période, l'interglaciaire ou le postglaciaire. Peu importe ici la durée, c'est précisément dans cette zone en bordure des glaciers que l'on trouve le périglaciaire au sens strict, le périglaciaire de situation. Dans ces bandes déglaciées, les eaux de fonte nivale et glaciaire constituent avec la solifluction, le pergélisol et le vent les processus les plus importants. Au Canada, les zones périglaciaires vont largement déborder en étendues ce périglaciaire de situation.

B. *Nature des matériaux*

La nature des éléments terrestres, hydrologiques et végétaux ne donne pas une égale prise à l'action des divers processus périglaciaires et cette disponibilité différentielle joue un rôle capital.

Dans les matériaux terrestres, il faut distinguer le comportement du *bedrock* de celui de sa couverture récente. Celle-ci, en général, participe plus facilement à l'évolution périglaciaire du relief que celui-là ; c'est ce qu'a constaté, entre autres, M. Benoît Robitaille, sur les rives méridionales du détroit d'Hudson.[18] Il importerait donc d'avoir bien cartographiées les régions d'épais dépôts glaciaires, fluvioglaciaires, fluviaux, lacustres, marins [19] et périglaciaires anciens. Ces différentes formations réagissent différemment : il arrive souvent que les moraines, surtout les dépôts limoneux de fond, solifluent facilement alors que la surface des accumulations fluvioglaciaires devient rapidement réticulée. Nous verrons tantôt ce qu'il advient des anciens fonds et rivages des nappes d'eau. Soumis à l'épreuve du gel et du dégel, les dépôts meubles n'affichent pas le même comportement ; pour sa part, M. Cook a montré que l'engel de l'argile et du

---

[18] Robitaille, Benoît, *Aperçu géomorphologique de la rive québécoise du détroit d'Hudson.* Dans *Revue canadienne de géographie*, Montréal, vol XIII, nos 3-4 (1959), pp. 147-155, fig.

[19] Un vaste exemple de la cartographie des *drift-controlled landforms* nous est donné dans Hare, K., *A photo-reconnaissance of Labrador-Ungava*, Ottawa, 1960. Pour la même région de l'Ungava-Labrador, voir aussi les articles, de K. Hare, M. Douglas et N. Drummond dans *The Canadian Geographer – Le géographe canadien*, n° 5 (1955), pp. 9-29, fig. Un tiers environ de cette immense région serait recouverte d'épais dépôts de couverture. Voir aussi la *Glacial Map of Canada* de la *Geological Association of Canada* et la carte de *Géologie glaciaire* de l'Atlas du Canada.

gravier ne se faisait pas au même rythme ; [20] la profondeur totale du mollisol n'est donc pas indifférente à la nature des matériaux.[21] Il faut distinguer les éléments moyens des éléments fins.[22] J. Corbel a fait remarquer que la « polygonation » venait bien quand une nappe d'argile (ou de limons) était irrégulièrement recouverte de graviers calibrés.

Pas plus que les matériaux meubles, les roches en place ne réagissent de la même façon face aux agents périglaciaires. Le cristallin s'exfolie, se défait en arènes ou éclate en gélifracts multiformes. Le calcaire est à la fois sensible à la gélifraction et aux actions chimiques ; l'on ne s'entend pas au sujet de la vitesse de dissolution du calcaire et certains auteurs [23] voient les choses autrement que M. Jean Corbel.[24] Contrairement à ce que l'on attendrait, le gypse des îles de la Reine Élisabeth se comporterait comme une roche « extraordinairement résistante ».[25] À l'extrême-Nord du Canada, les différences de roches décident d'une évolution non uniforme du modelé périglaciaire : « Une assise de schistes argileux . . . portera un sol polygonal alors que le calcaire n'aura fourni encore qu'un produit de désintégration très superficiel . . . l'argilite se présente en buttes-témoins dans le relief. » [26]

PHOTO I

NAPPES ET LANGUES DE PIERRES

Nord de l'île Axel Heiberg. Périglaciaire de type « Elisabeth ».

(*Photo* Benoît ROBITAILLE, *Direction de la Géographie, août 1960.*)

Ainsi, faut-il non seulement distinguer dépôts meubles de couverture et roche en place mais aussi les différents types de formations à l'intérieur de ces

---

[20] COOK, Frank A., *Near-surface soil temperature measurements at Resolute Bay, N.W.T.* Dans *Arctic*, vol. 8, n° 4 (1955), pp. 237-249, fig.

[21] Dans le bassin central de la Payne (Ungava arctique), le 10 août 1955, « nous avons rejoint le permafrost à 30 cm dans des dépôts organiques, à 75 cm dans des blocs gélivés, à 1 m 50 dans des terrasses graveleuses mieux égouttées. » HAMELIN, Louis-Edmond, *Les tourbières réticulées du Québec-Labrador subarctique : interprétation morphoclimatique.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 3 (1957), p. 98, note 29.

[22] « The effects of frost-bearing and slumping are likely to be relatively slight in bars of coarse sand and gravel, but disastrous in bars of fine-grained materials. » BLACK, Robert F., *Permafrost, water-supply, and engineering geology at Point Spencer Spit, Seward Peninsula, Alaska.* Dans *Arctic*, vol. II, n° 2 (1958), pp. 103-117, fig.

[23] BIRD, J. Brian, *The scenery of Central and Southern Arctic Canada.* Dans *The Canadian, Geographer – Le géographe canadien*, Ottawa, n° 15 (1960), pp. 1-12, fig.

[24] Notamment, CORBEL, Jean, *Les karsts de l'Est canadien.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 4 (sept. 1958), pp. 193-217, fig., bibl.

[25] SAINT-ONGE, Denis, *Note sur l'érosion du gypse en climat périglaciaire.* Dans *Revue canadienne de géographie*, vol. XIII, nos 3-4 (1959), pp. 155-163, fig.

[26] GADBOIS, Pierre et LAVERDIÈRE, Camille, *Esquisse géographique de la région de Floeberg Beach, nord de l'île Ellesmere.* Dans *Geographical Bulletin*, n° 6 (1954), pp. 17-45, fig.

deux catégories. Ajoutons que la nature des matériaux ne saurait être considérée isolément mais aussi en fonction des chances de prise des processus périglaciaires, c'est-à-dire, fissures dans le *bedrock* ou dans le gélisol, niveau hydrostatique dans le mollisol, optimum d'humidité et de taille des grains pour la sédimentologie éolienne, synchronisme des événements (par exemple, le ruissellement nival ne peut attaquer que les dépôts meubles non gelés). Les modalités de la déglaciation exercent une influence très grande sur le « passage » du système glaciaire-fluvio-glaciaire au système périglaciaire. On soupçonne donc tous les conditionnements qui affectent l'élément « matériaux » dans l'évolution du modelé périglaciaire.

PHOTO II

FISSURES POLYGONALES

T.N.O. Périglaciaire de type « Victoria ».

(*Photo Commission géologique du Canada, n° 112009, 1961.*)

C. *Régions submergées, littorales et émergées*

Plusieurs auteurs, dont J. R. Mackay, ont mis en regard la localisation des *patterned ground* et celle des plages soulevées. L'on peut aller encore plus loin et porter en relation les anciens fonds des nappes d'eau fini et postglaciaires et toute une famille de phénomènes périglaciaires. En effet, ces zones submergées ont été tant soit peu envahies par des dépôts généralement fins (dans le cas de conditions climatiques favorables, influence éventuelle sur la gélifluction, la géliturbation, le triage, l'éolisation) et elles ont été alors façonnées en un relief adouci (influence sur les types de ruissellement). Dans les régions de climat approprié, ces anciens fonds vont connaître deux phases périglaciaires ; *la première*, coïncidant avec le passage de la période de submersion à la période littorale, va être caractérisée par des actions gla-

cielles (surtout si le cycle englacement-déglacement du trait de côte se répète fréquemment) et par des actions éoliennes (absence de végétation) ; la vitesse de déplacement de la ligne de rivage donne une échelle d'importance à cette première phase. *La seconde* phase, correspondant à l'état subaérien de l'ancien fond ou de l'ancienne plage, verra par exemple des formes de réticulation et de polygonation s'établir dans des formations terrestres et végétales ; les tourbières réticulées dans les Basses Terres de la baie d'Hudson fournissent un éloquent exemple d'une réticulation végétale au-dessus d'un ancien fond marin émergé.[27]

La majeure partie du littoral actuel en est à la première de ces deux phases.

Or, d'importantes sections du territoire canadien ont, après la glaciation, été noyées soit dans des lacs de barrage glaciaire (des exemples bien connus : Agassiz ; Barlow-Ojibway. Des exemples plus récents : Naskaupi ; [28] Mont-Tremblant ; [29] Thelon-Dubawnt ; Ennadai-Kasba) soit dans des submersions partiellement marines (rivages de la baie d'Hudson, mer Champlain . . .). Sur notre carte, nous n'avons localisé que les principales zones ennoyées du Canada continental.

Nous retrouverons l'incidence de ces conditions morphologiques pré-périglaciaires dans l'exposé de la séquence chronologique du périglaciaire canadien.

D. *Montagnes et régions de pente raide*

Étant donnée l'incidence multiforme du facteur pente et la profonde influence de l'altitude, même d'une altitude absolue médiocre, sur la détérioration de climats instables, l'on doit détacher du reste du Canada les zones montagneuses. Pour sa part, l'altitude modifie les modalités de la neige, de la gélivation, du tapis végétal, du vent et des types d'écoulement ; la montagne commande également des différences d'insolation et d'orientation. Dans ces régions heurtées, les principaux phénomènes périglaciaires seront donc des phénomènes de pente et de fond de vallée accusant les différences dans les formes entre les sommets et les sections piémontanes enrichies. Il n'est pas possible de tracer dans le détail les limites inférieures des zones au-dessus desquelles les processus de montagne deviennent plus importants que les mécanismes zonaux. Nous nous sommes contenté, sur notre carte générale, d'isoler une seule bande montagneuse, celle des Cordillères (encore faudrait-il considérer à part les plateaux intermontagneux, qui ont à la fois une altitude plus faible et un relief plus doux) ; J. Corbel a abordé l'étude de ces Cordillères.[30] Beaucoup d'autres zones altitudinales

---

[27] Notamment, Sjors, Hugo, *Bogs and fens in the Hudson Bay Lowlands.* Dans *Arctic*, vol. 12, n° 1, 19 pages, fig.

[28] Ives, Jack D., *Formed ice-dammed lakes and the deglaciation of the middle beaches of the George River, Labrador-Ungava.* Dans *Geographical Bulletin*, n° 14 (1960).

[29] Laverdière, Camille, et Courtemanche, Albert, *La géomorphologie glaciaire de la région du Mont-Tremblant.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 9 (mars 1961), pp. 5-33, fig.

[30] Corbel, Jean, *Climats et morphologie dans la Cordillère canadienne.* Dans *Revue canadienne de géographie*, vol. XII, nos 1-2 (1958), pp. 15-47, fig.

auraient également mérité d'être détachées d'un Canada résiduel qui est en partie zonal.[31]

Il serait encore beaucoup plus difficile de présenter la cartographie de toutes les pentes ; pourtant celles-ci influencent l'un ou l'autre des phénomènes périglaciaires.

Il ne faut pas lier trop étroitement pente forte et haute montagne en se rappelant qu'un abrupt de quelques dizaines de pieds est parfois suffisant pour favoriser certains phénomènes partiellement périglaciaires, par exemple, les nombreux glissements de terrains dans la Plaine argilo-sableuse du Saint-Laurent. En ce qui concerne les rapports détaillés entre les pentes et le périglaciaire, nous sentons profondément l'insuffisance de nos connaissances.

E. *Eau dans les matériaux*

L'humidité dans ou sur le « sol », qui tient à la fois à des conditions climatiques et de terrain, est un élément capital dans n'importe quel régime périglaciaire.

a) Sources météorologiques de l'eau

L'on sait qu'elles sont très diverses. D'abord, les précipitations abondantes, par exemple, dans l'Est du Canada, puis la fonte nivale saisonnière, important élément périglaciaire partout au Canada. L'eau peut être aussi d'origine allochtone : fusion des glaciers et apport de régions moins froides comme le haut Mackenzie.

Quantitativement faibles mais non négligeables sont les condensations et les précipitations « occultes », les brouillards, la fonte des glaces de congélation. Dans les pays du Haut Arctique, les quantités réelles des eaux dépassent généreusement les faibles volumes usuellement enregistrés.

b) Eau dans le « sol »

En fait, les couches superficielles des terrains contiennent plus d'eau que les précipitations le laissent suggérer. Aux sources précédentes, s'ajoutent ce qui vient de la fusion du pergélisol et de la nappe du mollisol. Il faut aussi songer que, dans les terrains gélisolés, le coefficient d'écoulement tend à être élevé car l'infiltration et l'évaporation sont faibles. Mais l'eau ne s'évacue pas facilement surtout lorsque les conditions topographiques et l'interpériglaciaire ne sont pas favorables à l'organisation d'un ruissellement hiérarchisé. Vu en termes des

---

[31] Pour nous en tenir qu'à quelques exemples dans l'Est canadien.

a) Jack D. Ives a montré l'influence de l'état de nunatak sur la gélifraction pendant la basse glaciation dite Koroksoak : *Mountain-top detritus and the extent of the last glaciation in northeastern Labrador-Ungava.* Dans *The Canadian Geographer – Le géographe canadien,* n° 12 (1958), pp. 25-31.

b) Les plus hautes Montérégiennes ont dû avoir un rôle analogue au fini-Wisconsin.

c) Gaumond, Michel et Hamelin, Louis-Edmond, *Notes de périglaciaire comparé des monts Washington et Jacques-Cartier.* Dans *Cahiers de géographie de Québec,* n° 7 (mars 1960), pp. 217-218.

d) Corbel, Jean *Les Alpes inuitiennes.* Dans *Mélanges Raoul Blanchard,* Québec. 1959, pp. 417-457, fig.

pays tempérés, le drainage est presque toujours mauvais. Favorisent également la stagnation des eaux superficielles, les embâcles glacielles, les muskeg et l'absence sans cesse possible de synchronisme entre les différents événements climatiques, tels que le déglacement et la fonte nivale. Ainsi, un pays pluviométriquement sec peut être relativement humide en surface ; dans la plupart des régimes périglaciaires, l'eau disponible pour une aventure « froide » est donc relativement abondante.

c) Eau et relief périglaciaire

Il y a d'abord des effets visibles dans les phénomènes de gélifraction, de gélifluction et de gélisolation. La quantité d'eau dans le sol rend le pergélisol ici humide, là sec. La roche éclate lorsque le gel saisit et libère l'humidité de ses gerçures. L'eau et les matériaux fins servent de lubrifiants lors des fluctions. L'importance du débit nival rend compte de rainures profondes. Le rôle de l'eau se retrouve donc à toutes les étapes majeures du périglaciaire.

Indirectement, l'eau abondante peut restreindre en étendue le domaine périglaciaire en favorisant la croissance végétale et la progression glaciaire.

Un terme générique comme « hydropériglaciaire » suggérerait toute l'importance de l'eau dans les climats froids ; il ferait songer aux problèmes particuliers du tracé hydrographique, au nival, au glaciel et à tous les types appropriés d'écoulement.

L'eau réelle, hydrologique et « pédologique », et non seulement météorologique, est l'un des éléments essentiels de tout indice périglaciaire.

F. *L'Éolien*

Rappelons d'abord la double difficulté d'établir d'un côté l'identification certaine des formations éoliennes (analyse granulométrique et morphoscopique) et, de l'autre, le seuil périglaciaire des phénomènes associés à l'action des vents. Étant « un processus azonal par essence » (Jean Tricart, 1955), le vent n'appartient pas exclusivement aux climats froids. L'on peut parler d'éolien périglaciaire (de « géliéolien ») seulement lorsque l'action du vent tient à l'intervention d'agents « froids » tels que les contingences cryonivales. Par exemple, les dunes qui, l'été, dans la vallée du Saint-Laurent, fument sous l'action de l'air en déplacement par suite d'une érosion anthropique sévère, ne sont pas le théâtre d'un phénomène périglaciaire. Par contre, est périglaciaire l'éolisation de la section subaérienne des cailloux inamovibles dont la base est prise dans le pergélisol, abrasion due à l'impact de sables éoliens mêlés à de fines granules de glace. Dans le vaste éventail possible des phénomènes éoliens, la part strictement périglaciaire a été très rarement précisée.

a) Dunes et sédiments

Le terme « dune » engendre souvent un abus de langage. Il faudrait toujours distinguer des bourrelets multiformes, la barkhane, les « crêtes de coq », la nappe et la dune parabolique.

Au Canada, l'action éolienne ne semble pas s'être faite toujours à la même intensité. Par exemple, dans la vallée du Saint-Laurent, au-dessous de 500 pieds d'altitude, M. M. Gaumond a fait remarquer que les accumulations éoliennes massives n'étaient pas uniformément distribuées ; [32] au-dessus de 300 pieds, les dunes sont beaucoup plus développées qu'au-dessous (climats anciens plus favorables ?). Par analogie avec les formations éoliennes de Prescott en Ontario, ces dunes laurentiennes dateraient au maximum de 8,000 à 9,500 ans. En fait, au Canada, l'on pourrait distinguer trois principales périodes éoliennes. 1° l'on ne connaît pas encore exactement, du moins pour chaque région du Canada méridional, le climat frontalier de la calotte au finiglaciaire ou au finimarin. Alors que certains soutiennent qu'un système tempéré et arbustif a tôt fait de s'installer massivement dès la déglaciation, d'autres auteurs croient que le tapis végétal était plutôt partiellement ouvert, c'est-à-dire de type toundra-taiga. Ce dernier climat de transition aurait pu permettre des activités éoliennes. 2° Une deuxième période éolienne a pu être contemporaine du Tardiglaciaire, c'est-à-dire de la principale époque de détérioration climatique au cours du Postglaciaire. 3° La troisième période, celle-là ne jouant que dans le Canada nordique, serait actuelle.

Considérant maintenant la matière première, ces dunes se sont établies soit sur du matériel morainique (N. Gadd, 1955), soit sur des eskers (région d'Amos), soit sur d'anciens fonds de lac (en Ontario ; en Alberta d'après Stalker, 1956, et Henderson, 1959), soit sur le littoral,[33] soit sur des deltas.[34]

À noter une assez grande confusion dans les hypothèses concernant la direction du vent. Puisque par définition les cornes de la barkhane se disposent contrairement à celles de la dune parabolique (Guilcher, 1954), il devient parfois très difficile de reconstituer sur le terrain la direction des vents anciens. De toutes façons, des dunes semblent s'être formées par vent d'Ouest et d'autres par vents d'Est.[35] Sans de nouvelles études de détail, il est impossible de trancher cette question délicate.

La littérature concernant les loess strictement périglaciaires n'est pas abondante. L'on a toutefois signalé ce genre de dépôts en Alberta et dans le Québec.[36]

b) Autres phénomènes

Ils sont nombreux. Le plus important, d'après nous, concerne l'action du vent sur l'élément nival. Cette intervention se réalise lors de différentes étapes.

---

[32] Gaumond Michel, *Étude morphoscopique des sables de la vallée du Saint-Laurent.* Thèse de M. A., Institut de géographie de l'Université Laval ; devant être présentée en 1961.

[33] *a)* Gadd, N. R., *Géologie de la région de Bécancour (dépôts meubles).* Étude 59-8, Commission géologique du Canada, Ottawa, 1960, 33 pages, fig.

b) Hamelin, Louis-Edmond, *Sables et mer aux Îles-de-la-Madeleine.* Québec, 1959, 66 pages, fig.

[34] Bélanger, Marcel, *Trois cartes . . . du Bas-Saint-Maurice.* Dans *The Canadian Geographer – Le géographe canadien*, Ottawa, n° 2 (1952), pp. 35-43, fig.

[35] Terasmæ, Jean and Mott, Robert J., *Notes on sand dunes near Prescott, Ontario.* Dans *Revue canadienne de géographie*, vol. XIII, nos 3-4 (1959), pp. 135-143, fig.

[36] Milette, J.-F.-G. et Higbee, H. W., *Periglacial Loess. 1. Morphological Properties,* Dans *Am. Journal Science*, vol. 256 (1958), pp. 284-293.

Dans l'Arctique, notamment, le vent est un agent majeur de la répartition des précipitations nivales. Le vent s'attaque aussi au tapis, soit en « mangeant » la neige (sublimation printanière), soit en la déplaçant dans des sections abritées. Il en résulte, partout au Canada, une action locale, *très différentielle*, qui modifie les dispositions du milieu face aux éléments froids : gel du sol, solifluction, fluvionival . . . l' « asymétrication » de certaines vallées peut être conçue comme un phénomène en partie nivoéolien. Il faudrait mentionner aussi des dépôts terrestres faits à la fois par la neige et le vent et les dépôts « supranivaux » (B. Robitaille, 1959).

Le vent influence aussi profondément les caractéristiques du tapis végétal, surtout dans le Canada septentrional. En éclaircissant encore davantage la végétation sur les versants exposés, il modifie les chances de prise des processus périglaciaires. L'on a pu établir que l'empergélisolation actuelle du sommet exposé des buttes de l'Ungava central tenait à des états végétaux et nivaux conditionnés par l'action du vent. Encore une fois, seules des études très fouillées permettront d'établir ce genre d'incidences éoliennes sur le périglaciaire.

Le vent est aussi un puissant agent de la dynamique des glaces flottantes. Par exemple, les nombreux bourrelets glaciels ne sont pas toujours l'expression d'un maximum hydrologique mais parfois de l'intensité des vents bas qui font dériver les glaces. Mackay a aussi noté l'action du vent sur l'orientation des lacs.[37]

Le vent est également responsable d'une autre catégorie de phénomènes, celle caractérisée par une perte de substance. Les champs nus de cailloux du Grand Nord ressemblent quelquefois à de vrais *reg*, déchaussés par le vent de leurs éléments fins. De son côté, Mackay a décrit des facettes de cailloux profondément burinés par l'abrasion éolienne ; [38] si l'on peut considérer ces glyptolithes comme périglaciaires, les ventifacts de Mont-Carmel (Province de Québec, d'après Osborne, 1950) et de Tadoussac (Province de Québec) n'en sont peut-être pas vraiment.

Ainsi, quoique faible, locale, associée à l'action d'autres processus et alors difficile à déceler, l'intervention passée et actuelle du vent dans le modelé périglaciaire canadien nous semble donc certaine.

2. Les incidences biogéographiques

Les « interrelations » entre les êtres vivants et le périglaciaire sont beaucoup plus diversifiées qu'on le croit et elles se produisent à tous les échelons. Par exemple, certains animaux jouent un rôle sur la solifluction et l'irrégularisation topographique des pentes par suite de la rupture du tapis végétal qu'ils peuvent occasionner ; nous ne pensons pas seulement aux classiques pieds de vaches et de moutons auxquels il faudrait ajouter ceux des caribous, mais aussi aux sentiers de mulots et de lemmings.

---

[37] Mackay, J. R., *Notes on oriented lakes of the Liverpool Bay area, N.W.T.* Dans *Revue canadienne de géographie*, vol. X (1956), pp. 169-175. Après discussion, l'auteur a conservé son explication, voir *idem*, vol. XI (1957), pp. 175-179.

[38] Mackay, J. R., *The Anderson River Map-Area, opus cit.*, pp. 44-46, fig.

Chez les hommes, l'influence est beaucoup plus intense. Voici quelques exemples qui ont été relevés sinon étudiés. Dans le Canada méridional, le déneigement artificiel des routes fait pénétrer l'onde de gel davantage dans le sol et prépare ainsi pour la fonte des gonflements, des fissures et des solifluctions.

Dans l'Arctique, le mollisol temporaire pose tellement de problèmes à l'enracinement et à la stabilisation des édifices que l'on a même songé à installer, sous ces derniers, des congélateurs qui empêcheraient localement la fonte du gélisol. Par ailleurs, ne pouvant, à cause du pergélisol, enterrer les adductions d'eau, celles-ci sont subaériennes mais obligatoirement isolées de l'air par une gangue thermique artificielle. Autres précautions. Étant donné que les sédiments fins participent davantage que les éléments grossiers aux modifications de volume sous la sollicitation du cycle gélival, c'est sur ces dernières formations mieux égouttées que les routes et les pistes seront érigées de préférence. Les ingénieurs vont même jusqu'à étudier au préalable le site des dépotoirs car ces derniers ont une influence locale sur la profondeur du mollisol, ce qui peut entraîner des inconvénients pour la solidité des routes environnantes. Un curieux cas d'influence périglaciaire concerne les modifications stratigraphiques subies par les couches archéologiques et causées par la solifluction et le cycle gélival.[39]

L'homme rencontre le périglaciaire dans les pays subarctiques également ; dans les vastes marécages du Canada central, la meilleure — à vrai dire la seule — période de circulation correspond aux mois de congélation de ce matériel organique ; la pénétration de l'homme devient donc un phénomène d'hiver. C'est notamment à cause du périglaciaire subarctique que les dépenses d'exploration et de prospection pétrolières sont trois fois plus élevées dans le Bassin du Mackenzie que dans le Sud de l'Alberta. Ces quelques exemples suffisent à montrer l'influence réciproque de l'homme et des conditions périglaciaires, notamment des conditions morphologiques et sédimentologiques. À vrai dire, le fait que les principales « provinces » périglaciaires du Canada correspondent pratiquement à un désert des hommes limite la portée réelle du périglaciaire anthropique.

La végétation

Cependant nous ne voulons aborder qu'un des éléments biogéographiques, le couvert végétal. Celui-ci, élément causal ou causé, est une contingence très importante dans les zones froides. On va même jusqu'à se servir abondamment de ce que l'on sait de la végétation comme indicateur des périodes paléopériglaciaires ; c'est en partie grâce au tapis végétal dont l'état ancien est ressuscité par l'étude pollinique que des auteurs croient à l'existence d'une vraie zone périglaciaire (d'intensité modérée cependant) en bordure de l'inlandsis wisconsinien ; l'on y a identifié en effet de nombreux PNA (pollen non arbustif).[40] Certains botanistes (dont Potzger et Courtemanche) ne sont cependant pas d'accord avec cette opinion et croient, au contraire, qu'un climat tempéré a aussitôt suivi les

---

[39] Mackay, J. R., Mathews W. H. et MacNeish, R. S., *Geology of the Engigstciak Archeological Site, Yukon Territory*. Dans *Arctic*, vol. 14, n° 1 (1961), pp. 25-52, fig.

[40] Martin, Paul S., *Taiga-tundra and the full-glacial period in Chester county, Pennsylvania*. Dans *Am. Journal of Science*, vol. 256 (1958), pp. 470-502, fig.

conditions glaciaires. Quoiqu'il en soit, il faut se rappeler que l'indicateur végétal n'est pas sans faiblesse et qu'il faut consulter aussi l'argument paléomorphologique.[41] Bref, si la question de l'existence d'un climat périglaciaire à la bordure méridionale de l'inlandsis reste ouverte, tous les chercheurs sont d'accord pour admettre le témoin végétation au procès du périglaciaire.

a) Périglaciaire et végétation

Bien qu'il s'agisse de relations simultanées et dynamiques entre ces deux domaines, dans l'exposé nous distinguerons l'influence du périglaciaire sur la végétation de celle de la végétation sur le périglaciaire.

Les conditions froides ont une portée déterminante sur le tapis végétal. Cela même dans le Canada méridional. L'on connaît les désastres majeurs que le verglas a fait subir aux arbres en février 1961 dans la région de Montréal. Il y aurait bien davantage d'après M. René Pomerleau qui recherche maintenant l'explication du dépérissement massif du bouleau de la moitié Est du Canada dans le gélisol temporaire ; celui-ci, d'un côté, brise les racines et détruit leur communication intime avec la terre et, de l'autre, ne leur permet pas de fournir aux branches l'humidité nécessaire à la forte transpiration de fin d'hiver ; [42] le réchauffement de l'atmosphère [43] en exigeant davantage des racines aggraverait ce dernier défaut de circulation.

Dans le Canada subarctique où les conditions sont plus sévères, la végétation souffre encore plus du périglaciaire. I. Hustich a mentionné à la limite septentrionale des arbres, l'influence de l'épaisseur du tapis nival sur la morphologie de ceux-ci ; les branches les mieux développées sont celles qui, précisément, sont enneigées ; les autres sont tronquées. Plus marqué, le poids des conditions périglaciaires sur la croissance de la végétation côtière ; le glaciel — pied de glace, glace de dérive allochtone — est l'un des facteurs dominants du développement des algues dans les zones littorales et sublittorales du Labrador.[44] Le glaciel se retrouve également déterminant dans les caractéristiques du tapis végétal riverain qui est soumis aux inondations provoquées par les embâcles de glaces flottantes.

On a mieux étudié l'influence du pergélisol sur la végétation. Voici à titre d'exemple, l'expérience de M. Pihlainen dans la Haute Vallée du Mackenzie : « aspen poplar will not grow on frozen ground ; pines indicate reasonably well-drained soils and a low permafrost table ; willows indicate a very low permafrost table and the likehood of underground water ; balsam poplar and birch

---

[41] C'est précisément grâce à la paléomorphologie que l'on a pu reconstituer les phénomènes périglaciaires anciens de situation proglaciaire en Amérique du Nord. BRUNNSCHWEILER, B., *The Periglacial Realm in North America during the Wisconsin glaciation.* Dans *Abstracts of Papers*, Stockholm, 1960, p. 37.

[42] POMERLEAU, René, *La production du dépérissement des bouleaux par le gel du sol.* Dans *Programme de l'ACFAS*, Québec, 1960, p. 43.

[43] CATELLIER, Fr. Hubert, *La température de la province de Québec a-t-elle changé depuis 1890 ?* Dans *Programme de l'ACFAS*, Québec, 1960, p. 75. La température se serait élevée de 2 degrés F. ; d'après Pomerleau, de 4 degrés depuis 1874.

[44] WILCE, Robert T., *The marine algae of the Labrador Peninsula and Northwest Newfoundland (Ecology and distribution).* National Museum of Canada, n° 158, Ottawa, 1959, 103 pages, fig.

indicate a low permafrost table and well-drained subsoils ; while moss, tundra vegetation and stunted spruce suggest poorly drained subsoils and a high permafrost table ».[45] L'on est allé plus loin et l'on a mis en relation la profondeur du mollisol et la dimension des arbres ; d'après Sager (1951), « white spruce will indicate 1 foot of unfrozen soil for every 10 feet of tree height. » [46]

Inversement, la végétation influence le périglaciaire. Dans le Canada méridional forestier, la couverture arbustive fermée (et le sol) atténue les chances de prise du gel sur le roc sous-jacent, ralentit le rythme de fonte de la neige et décourage la solifluction. La forêt fait échec à l'efficacité usuelle des processus périglaciaires.

Dans la toundra, le pergélisol continu (plutôt le mollisol) est très sensible à l'état et aux changements, même mineurs, de la couverture végétale. Les ingénieurs ont souvent noté les effets sur la solifluction et la réticulation de la moindre destruction du tapis végétal (feu de lichen). Les caractéristiques locales d'un mollisol se modifient rapidement quand les conditions de l'équilibre délicat qui l'unit au mince tapis organique se transforment.

L'influence du périglaciaire devient encore plus profonde sur un type végétal particulier, le muskeg.

b) Fait original du muskeg

Une littérature abondante, surtout depuis l'organisation à Ottawa en 1955 d'un Sous-comité du muskeg, traite d'un type végétal à aspect multiple : le muskeg, mot indien décrivant des terrains organiques marécageux.[47] Cette formation végétale couvre 14% du Canada et elle est surtout répandue dans les régions subarctiques et arctiques ; par exemple, l'Ontario, grâce aux Basses Terres de la baie d'Hudson, possède peut-être un tiers de son territoire en muskeg. La plus grande partie du muskeg, de par sa situation, est donc soumise à l'emprise des mécanismes périglaciaires.

L'un des caractères majeurs de ces terrains est d'être surhydraté ; MacFarlane a parlé de 5 combinaisons d'eau : « water of occlusion, capillary water, colloidally bound water, osmotically bound water, chemically bound water ».[48] Or, c'est précisément la présence excessive de cette eau qui conditionne le faciès périglaciaire local ; le muskeg sera un milieu particulièrement froid et un milieu à gradient thermique faible ; le déglacement sera lent et, dans la zone arctique, le mollisol temporaire peu profond.

---

[45] PIHLAINEN, John A., *Building foundations on Permafrost, Mackenzie valley, N.W.T.* Tech. Report No. 8, N.R.C., Ottawa, 1951. Cité dans MOLLARD, J. D., *Guides for the interpretation of Muskeg and Permafrost conditions from aerial photographs.* Dans *Proceedings of the Sixth Muskeg Conference*, 1960, *Tech. Memo.*, n° 67, Ottawa, 1961, pp. 67-84.

[46] *Idem.*

[47] Voici deux définitions récentes du muskeg. « Term designating organic terrain, the physical condition of which is governed by the structure of the peat it contains, and its related mineral sub-layer, considered in relation to topographic features and the surface vegetation with which the peat co-exists, » d'après N. W. Radforth, 1953. De son côté, I. C. MacFarlane écrit en 1956 : « Muskeg or organic terrain : that terrain which is made up of a living organic mat of mosses, sedges and or grasses (with or without three growth) underlain by an extremely compressible mixture of partly disintegrated and decomposed organic material . . . it is abnormally high water content. »

[48] MACFARLANE, I. C., *Techniques of road construction over organic terrain.* Dans *Proceedings of the Eastern Muskeg Research Meeting*, Ottawa, 1956, p. 8.

Un second caractère du muskeg va également prédisposer cette formation à l'aventure périglaciaire ; le muskeg, en effet, fondamentalement composé de *sphagnum*, d'herbes et d'arbustes,[49] présente une matière plastique et dynamique qui peut encaisser facilement toutes sortes de modifications sédimentologiques et morphologiques.

En relation avec la surhumidité, différents noyaux internes de glace vont s'installer et déterminer toute une série de phénomènes topographiques. La surface du muskeg peut être boursouflée de verrues, les *palsa*.[50]

Autre cas ; nous avons nous-même proposé la fissuration (sur lentille de glace) et la solifluction pour expliquer les tourbières réticulées de l'Est canadien subarctique.[51] Cette lacération de la surface de la tourbière peut connaître, dans une série évolutive donnée,[52] 4 stades : 1° les lanières ou les buttes de végétation sont isolées par des mares longitudinales, comme nous en avons vus d'excellents exemples au Sud de la baie James ; 2° les mares sont à leur tour envahies par une végétation d'herbes et de sphaignes ; la tourbière ne montre plus d'eau en surface ; de nombreuses dépressions organiques emprisonnées dans la forêt boréale en sont à ce stade ; 3° par suite de la différence dans les conditions d'habitat entre les modestes sommets des lanières et le fond des dépressions intermédiaires, la colonisation arbustive peut ne s'établir d'abord que sur les lanières l'on obtient ainsi une forêt réticulée dont un remarquable modèle a été décrit par I. Hustich ; cette forêt « grows in a string pattern, as if the terrain had once been ploughed up and the tamarack planted between the furrows » ; [53] certains « arcs de végétation »,[54] développés sur des lanières plus limoneuses expriment le même phénomène de recolonisation différentielle par des plantes supérieures : 4° la quatrième étape serait la forestation complète.

Mais les traits biomorphologiques antérieurs semblent se voir longtemps dans le paysage ; voici deux exemples pris dans le Sud du Québec : 1° d'avion mais non sur le terrain, des réticulations linéaires sont encore visibles dans les marécages : 2° il n'est pas non plus impossible que certaines buttes boisées situées au centre de tourbières encore ouvertes aient été à l'origine des « îles » arbustives.

---

[49] L'on distingue les tourbières ombrothropiques (*bogs*) des minérothropiques (*fens*) par le fait que ces dernières, conjointement alimentées par les précipitations et par les processus pédologiques, sont plus riches et moins acides que les premières.

[50] Par exemple, HUSTICH, I., *Notes on the coniferous forest and tree limit on the East, Coast of Newfoundland-Labrador*. Dans *Acta geographica*, Helsinki, 1939, n° 7, p. 37.

[51] *a*) HAMELIN, Louis-Edmond, *Les tourbières réticulées du Québec-Labrador subarctique : interprétation morpho-climatique*. Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 3 (1957), pp. 87-107, fig., bibl.

b) Auparavant, M. Jacques Rousseau avait rapidement signalé ces « marécages à bandes plus ou moins parallèles et vaguement amiboïdes » dans *Modifications de la surface de la toundra sous l'action d'agents climatiques*. Dans *Revue canadienne de géographie*, n° 3 (1949), pp. 43-51, fig.

[52] La tourbière réticulée localisée sur le pergélisol actuel appartient à une autre série. Pour une description d'un tel *strangmoore* arctique, voir HENOCH, W. E. S., *String-bogs in the Arctic 400 Miles North of the Tree-Line*. Dans *The Geographical Journal*, vol. CXXXVI (sept. 1960), 335-339, fig.

[53] HUSTICH, Ilmari, *On the Phytogeography of the Subarctic Hudson Bay Lowland*. Dans *Acta Geographica*, n° 16 (1957), p. 35, photo A. E. Porsild, 1956, p. 29.

[54] MACKAY, J. R., *Arctic « Vegetation Arcs »*. Dans *The Geographical Journal*, vol. 124, (1958), pp. 294-295.

Celles-ci (*black-spruce islands*) sont un autre exemple de l'influence du périglaciaire sur la morphologie de la couverture végétale. Ces « îles » arbustives sont ellipsoïdales, pleines ou seulement annulaires (en ce cas, elles ressemblent à des atolls) ; l'ensemencement d'une oasis à l'autre pourrait être assuré par le vent au printemps mais avant le déglacement superficiel saisonnier des tourbières intermédiaires. Les anciens sites de ces « îles » étonnantes peuvent être soit des *palsa*, soit des levées de *thermokarst*.

Un autre curieux phénomène qui rappelle les servitudes que le périglaciaire fait subir à la répartition arbustive à l'intérieur de régions subarctiques humides concerne un type original de forêt-galerie. De beaux exemples sont ceux pris dans les bas terrains au Sud de la baie d'Hudson. Vue d'avion, cette bande forestière, de couleur sombre, se détache très nettement du paysage fade des « interfluves » marécageux. Cette végétation arborescente linéaire dans la mer du muskeg s'explique par des conditions locales (auxquelles peut s'ajouter le prolongement d'influences anciennes) : présence d'une levée nivoglacielle (dépôts faits par les glaçons et par la fonte nivale à l'occasion d'embâcles glaciels frontaux et latéraux) ; milieu moins froid, plus minéral et mieux drainé que celui de la basse plaine environnante.

Les agents périglaciaires qui affectent le muskeg ne sont pas seulement la glace interne, en couche, en coin ou en lentille ; dans un autre texte, nous avons déjà noté que, pendant certaines périodes de l'année, c'était tantôt la neige, tantôt la glace de surface et de rive (congélation des mares d'eau) qui était l'agent prépondérant. Plusieurs auteurs ont aussi noté des perturbations stratigraphiques par suite du jeu répété du cycle gélival, par exemple dans les *tundra bogs*.

Personne ne peut nier la dépendance étroite de certains aspects du muskeg des conditions périglaciaires. Celles-ci donnent la clef de la microtopographie : « Regression and depletion of the bog surface due to intensive frost action is one of the factors mainly responsible for the physiography of the terrain. »[55] Cela ne résume pas pour autant toutes les relations entre le périglaciaire et le muskeg. Il faut se rappeler l'influence inverse du muskeg sur les conditions périglaciaires : « Muskeg is a most important factor in maintening the natural stability of perennially frozen ground. »[56] Une vue d'ensemble de toutes ces informations font du muskeg du Canada subarctique et arctique un milieu favorable à l'établissement d'un micromodelé périglaciaire. Le muskeg donne donc quelques-uns des traits les plus originaux du périglaciaire canadien. Jamais auparavant, ce fait ne semble avoir été aussi nettement reconnu.

c) *Aspects régionaux*

Sur notre carte-cadre du périglaciaire canadien, nous n'avons directement indiqué que deux limites végétales. La frontière Nord de la forêt boréale dont il faut noter la situation très méridionale (50e degré) au droit de la baie James ;

---

[55] Hustich, I., *On the phytogeography . . .*, *opus cit.*, 1957, p. 39.

[56] Legget, R. F., et Pihlainen, J. A., *Some aspects of muskeg*, *opus cit.*, p. 124.

une importante partie du Canada ne sera donc pas « protégée » du périglaciaire par la forêt. À l'opposé, nous avons dessiné la limite Sud du désert de pierres qui se fixe au Nord de la toundra, d'après l'*Atlas du Canada.*

Indirectement, d'autres limites végétales apparaissent. La zone de submersion postglaciaire du Sud de la baie d'Hudson correspond en partie à la plus grande région de marécages subarctiques du Canada (muskeg). Pour sa part, l'œkoumène densément occupé des Manitoba, Saskatchewan et Alberta méridionaux correspond d'assez près à l'étendue de la formation dite des prairies ; celle-ci, partiellement à cause même de ses caractères bioclimatiques, n'a pas réagi de la même façon que la forêt boréale à l'impact des processus périglaciaires (formations éoliennes ; *prairie mounds*, phénomène d'abord interprété comme finiglaciaire, puis comme périglaciaire ; polygone de toundra.[57] Enfin, considérons la péninsule du Québec-Labrador ; il faut bien constater ici la largeur énorme de la zone intermédiaire entre la limite Nord de la forêt et la ligne Sud du permafrost continu; dans cette immense bande à couverture de plus en plus ouverte du Sud au Nord (dans le détail, cette généralisation devrait être nuancée), vont se développer certains phénomènes périglaciaires caractéristiques des pays périarctiques humides (pergélisol discontinu, niches, solifluction, muskeg, écoulement nival) ; de plus, dans cette zone intermédiaire où les influences botaniques, arctiques et boréales, se compénètrent ou sont « en émulsion, »[58] les conditions locales sont différentielles plus que n'importe où ailleurs dans le Canada non montagneux.

Le rapide examen de ces régions met en valeur un trait dominant, la prépondérance des paysages « ouverts », du moins non forestiers : toundra, parc subarctique, muskeg, prairie, zone déboisée, désert de pierres. Il y a donc là des milieux favorables à l'action périglaciaire.

Malgré les liaisons multiformes entre la végétation et le périglaciaire, la première ne peut servir d'indice et d'explication exclusive au second terme. Par exemple, les seuls éléments végétaux ne rendent pas compte des frontières du pergélisol de part et d'autre des baies d'Hudson et James ; il semble qu'il faille faire appel aussi à la répartition inégale du tapis nival, à l'indice de continentalité et probablement aux paléoclimats. Dans ces conditions, il pourrait être inexact de fixer les limites des régions périglaciaires sur les limites généralisées des zones végétales actuelles. Monsieur M. Brochu n'est apparemment pas de cet avis comme l'indique sa carte très sommaire du périglaciaire du Canada basée sur la planche « végétation » de l'*Atlas du Canada.*[59]

En terminant ces commentaires concernant ces contingences végétales, disons que, malgré leur importance locale, elles ne jouent pas le jeu dominant mais plus variable des agents climatiques.

---

[57] Ce dernier phénomène a été porté à notre attention par R. S. Taylor, lettre du 15 septembre 1959.

[58] Rousseau, Jacques, *Les zones biologiques de la péninsule Québec-Labrador et l'hémiarctique.* Dans *Canadian Journal of Botany*, vol. 30 (1952), pp. 436-474.

[59] Brochu, Michel, *Élargissement de la notion de périglaciaire et indice du périglaciaire.* Dans *Rapport de la Société Provencher d'histoire naturelle du Canada*, juin 1960, pp. 17-25, une carte.

II. CONDITIONS CLIMATIQUES

Ce n'est pas par hasard que les termes de périglaciaire et de morphologie climatique sont devenus populaires en même temps et que les phénomènes périglaciaires ont servi d'exemple typiques à la morphologie climatique.[60] Bien qu'initialement, les liaisons entre les deux termes aient été trop exclusives, il existe néanmoins une influence profonde du climat sur l'évolution du modelé des pays froids. Il nous faut donc accorder un intérêt spécial à cette relation, tout en gardant une vaste conception du périglaciaire ; plutôt de ne discuter que des seules oscillations thermiques de l'air autour du point de congélation, nous ferons intervenir ici encore des aspects trop souvent négligés, par exemple, les coefficients de nivosité dans les débits, le gélisol temporaire et le glaciel. Nous nous en tiendrons davantage aux situations actuelles.

1. Gélisol et mollisol

Dans le périglaciaire, on n'examine généralement que le pergélisol ; nous allons considérer, en outre, les terrains qui ne sont gelés que temporairement.

A. *Pergélisol*

Pour certains chercheurs, la terre toujours gelée constitue le fait périglaciaire le plus caractéristique.

Pendant plus de 10 ans, la carte du pergélisol canadien fut pratiquement celle de Jenness (1949). Depuis peu, R. J. E. Brown a fixé un peu plus au Nord que son prédécesseur la limite méridionale du pergélisol continu ; cette ligne — il serait plus exact de parler de bande — qui oscille entre le 58e et le 62e degré de latitude dans le Canada oriental et central ne franchit la frontière de l'Alaska qu'en deçà du Cercle arctique (67e) ; le décalage le plus considérable existe entre le Centre et l'Ouest du pays.[61] Il reste que 27% environ du territoire est gélisolé d'une manière pérenne et continue.

À l'aide de mesures et de calculs, l'on a pu, à Resolute, évaluer à 1,280 pieds (393 mètres) la profondeur maximum du permafrost continu. Cette base pour des îlots gélisolés se situe à environ 200 pieds près de Norman Wells et peut être à 300 dans l'Ungava central.

À Resolute, l'on a fait des études thermiques sur le pergélisol. À 100 pieds (30 mètres) de profondeur, la température est relativement très basse (−13°C en 1957). De 300 à 650 pieds, le gradient se fixe à 2.16 degrés F. par 100 pieds.[62]

---

[60] Tricart, Jean, *Cours de géomorphologie. Géomorphologie climatique.* 1. *Le modelé périglaciaire.* Cours C.D.U., Paris, 1950, 267 pages, fig.

[61] Brown, R. J. E., *The distribution of permafrost and its relation to air temperature in Canada and the U.S.S.R.* Dans *Arctic*, Montréal, vol. 13, n° 3 (1960), pp. 163-178, fig.

[62] Cook, Frank A., *Temperature in permafrost at Resolute, N.W.T.* Dans *Geographical Bulletin*, n° 12 (1958) pp. 5-18, fig.

Du Nord au Sud, il n'y a pas qu'une diminution dans l'épaisseur du gélisol permanent. Change également la nature même de la glace ; dans la partie septentrionale, le pergélisol est de type sec lorsque, plus au Sud, la glace mieux nourrie dans un pays plus humide est plus riche.

Au Sud de cette zone de pergélisol d'étendue continue s'est développée une bande de pergélisol aérée dans l'espace qui comprend au fur et à mesure que l'on va vers le Sud des îlots gelés de moins en moins étendus, de plus en plus minces et de température de plus en plus près de 32°F. (0°C). La limite sud de cette zone de transition décrit un décrochement semblable à celui de la limite du pergélisol continu ; dans le Canada oriental et central (jusqu'à l'Est de la Saskatchewan) la ligne s'écarte peu du 55e alors que, dans le Canada occidental, elle se fixe au 60e. Les régions centrales, sises à l'Ouest et au Sud de la baie d'Hudson, sont celles où le permafrost descend le plus vers le Sud ; il y a donc décalage entre la façade Ouest et la face Est de la baie d'Hudson.

Au total, ces deux zones de pergélisol (y compris les sections non gelées à l'intérieur de la zone du pergélisol discontinu) occupe 49% environ du territoire canadien. Voilà la donnée majeure du périglaciaire du Canada.

Le lecteur ne peut attendre que l'on discute dans le cadre de cet article les nombreux problèmes spécifiques au pergélisol : [63] existence, âge, relations avec les éléments thermiques, nivaux et végétaux, stratigraphie, gradient, évolution actuelle, étude appliquée et effets morphologiques.

Sur ce dernier point, il serait très long de rappeler tous les travaux afférants.[64] Bref, en morphologie, le pergélisol est moins concerné que son conjoint saisonnier, le mollisol qui même à la fin de la saison de fonte n'est jamais épais dans l'Arctique canadien. Les types de réticulation, de solifluction et de tracé hydrographique qui affectent ce mollisol intermittent tiennent, comme on le sait, à beaucoup d'éléments : variations thermiques, vent, végétation, pente, granulométrie, drainage, humidité et profondeur des terrains libérés. De plus, ces micro-conditions sont extrêmement mobiles. « The permafrost table is always adjusting to variations of climate and even to variations in the type of vegetation. » [65] Alors, à moins d'être très long et nuancé, nous ne pouvons ici traiter davantage de cette question.

B. *Gélisol temporaire*

Le mollisol d'été du Canada septentrional semble être l'inverse du gélisol d'hiver du Canada méridional, ce dernier correspondant à une température de saison froide inférieure à 32 degrés F. Bien que le gélisol périodique soit très important dans le Canada du Sud, il n'existe pas à son sujet d'études globales. Nous préférons l'expression de gélisol temporaire à celle de permafrost saisonnier car, d'un côté, le fait « saison » dans le climat canadien est assez difficile à

---

[63] Permafrost. *A digest of Current Information.* Tech. Memo., C.N.R., Ottawa 1957, 54 pp., fig., définitions.

[64] Cook, Frank A. *Selected bibliography . . . opus cit.*

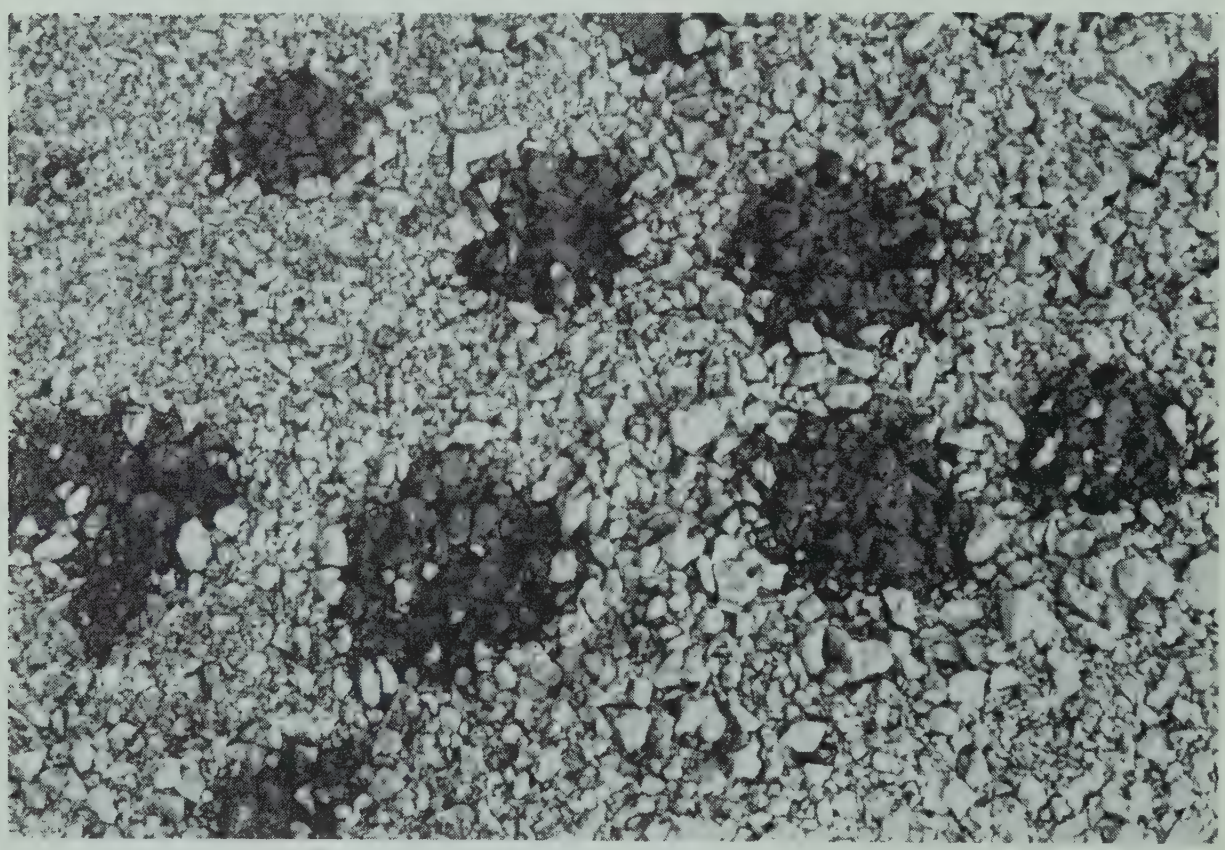
[65] Legget, R. F. et Pihlainen, J. A., *Some aspects of muskeg in permafrost studies. Proc. of the Sixth Muskeg Conference,* Technical Memoranda, n° 67, Ottawa, 1961, pp. 118-126.

délimiter rigoureusement et, d'un autre côté, le gélisol temporaire ne dure pas exactement une saison (soit qu'il chevauche sur plus d'une, soit qu'il n'en occupe pas une entièrement).

Les gel saisonnier du « sol » dépendrait de 3 groupes de facteurs : « 1° la teneur en eau ; 2° l'importance de l'abaissement de température et la vitesse avec laquelle le gel s'établit ; 3° l'état de division et l'hétérogénéité du milieu au départ. »[66] Nous avions déjà mentionné l'important rôle joué par l'humidité dans les terrains soumis aux processus périglaciaires. Précisons que la pénétra-

PHOTO III

CERCLES DE BOUE DANS UN CHAMP DE PIERRES



Resolute, T.N.O. Périglaciaire de type « Victoria ».

(*Photo* F. A. COOK, *Direction de la Géographie, 1955.*)

tion de l'onde de gel amène une redistribution de l'eau interne disponible et que la congélation se fait progressivement ; lors de la période de l'engel notamment, une quantité appréciable d'eau demeure encore libre.[67] Quant à l'action thermique, il serait utile d'adapter les recherches entreprises sur le mollisol au sujet des variations entre les températures de l'air et du sol.[68] Dans le Québec habité, le

[66] HÉNIN, Stéphane, *Étude sur le gel du sol.* Dans *Ass. Inter. d'Hydr. Sc.*, Publ. n° 46 (1958), Gentbrugge, pp. 259-265.

[67] WILLIAMS, P. J., *Unfrozen water in frozen soils.* Dans *Abstracts of Papers*, C.A.G., Montréal, 1961, 1 page.

[68] COOK, F. A., *Near surface soil temperature measurements at Resolute Bay, N.W.T.*, Dans *Arctic*, vol. 8, n° 4 (1955), pp. 237-250, fig.

tapis nival est l'un des plus puissants conditionnements de la gélisolation ; si le froid arrive avant la neige, le gel descend beaucoup plus profondément (jusqu'à six pieds ou 1 m 8) que lorsque la séquence est inverse ; la neige ne protège le sol que si elle arrive à temps au rendez-vous de l'hiver.

Voici quelques relations entre le gélisol et l'évolution du relief. Durant plusieurs mois dans l'année, l'état de gel fige cette évolution et modifie l'action des processus, périglaciaires ou autres. Le gel soulève et disloque des particules superficielles de terre. Lors des premières phases de la fonte, la couverture déjà libérée, imbibée d'eau, se prête facilement aux forces de glissement.[69] En pédologie, nous faisons les hypothèses que le dégel plus hâtif des couches supérieures, ainsi que le fort coefficient hydrique du sol ont pu faciliter ici le durcissement de l'horizon B et là la gleyification.

Le gélisol est le phénomène périglaciaire le plus important au Canada. La moitié du pays se trouve à l'intérieur des zones de pergélisol continu et discontinu. Au moins la majeure partie de la surface du sol canadien est gelée durant plusieurs mois par an. Par ailleurs, la majeure partie de la surface du sol canadien dégèle durant plusieurs semaines. Il y a donc au moins un cycle de gélisol par an ; en fait, les cycles qui affectent une mince tranche de sol sont beaucoup plus nombreux. À elle seule, cette universalité du gélisol met le Canada en dehors du domaine de l' « érosion normale » pure.

2. Nival

Pas plus dans cette section que dans chacune des autres, il ne s'agit de présenter un traité complet ; voici seulement quelques éléments susceptibles d'orienter la morphologie nivale au Canada. D'ailleurs, une abondante littérature traite de la neige, une littérature scientifique bien sûr [70] mais aussi un vocabulaire nival très développé.

---

[69] « . . . Loss of strength as a result of excess moisture during thawing periods . . . » Dans *Engineering soil classification for residential developments.* Federal Housing Adm., Washington, 1959, 107 pages, fig.

[70] Les ouvrages généraux concernant la météorologie et la climatologie du Canada contiennent de nombreuses données sur la neige : *a)* Publications de la Division météorologique du ministère des Transports, Toronto et Ottawa ; *b)* Rae, R. W., *Climate of the Canadian Arctic Archipelago*, Toronto, 1951, 90 pages, fig. ; *c)* Thomas, M. K., *Climatological Atlas of Canada, Ottawa*, 1953, 253 pages, fig. ; *d)* Broughmer, C. C., Thomas, M. K. et Thomson, A., *Le climat du Canada.* I. Dans *Annuaire du Canada*, 1959, pp. 23-55 ; II. Dans *Annuaire du Canada*, 1960 (tableaux) ; *e)* *Climatological summaries for the joint Arctic weather stations . . .* Toronto, annuel depuis 1954 ; *f)* Voir aussi les nombreux travaux de K. Hare dont ceux de l'Arctique oriental en 1950, de Terreneuve en 1952 et *The circumpolar atmosphere circulation*, en 1959.

Quant à la neige proprement dite, voir : *a)* Les *Technical Memoranda* de l'*Associate Committee on soil and snow mechanics*, Ottawa ; *b)* Veyret, Paul, *La neige au Canada.* Dans *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome xxxix (1951), pp. 533-570 ; *c)* *Neiges et glaces*, vol. IV de l'Assemblée générale de Toronto de l'Association internationale d'hydrologie scientifique Gentbrugge, 1958, 563 pages (quelques articles sont consacrés à la neige au Canada) ; *d)* dans les *Cahiers de géographie de Québec*, n° 5 (1959) et n° 10 (1961), on peut trouver le résultat d'études sur les caractéristiques de la neige dans la région de Québec ; *e)* Oscar Villeneuve a publié de nombreuses études sur *le Climat et la neige dans le Québec*, dans les travaux du ministère des terres et forêts, Québec ; *f)* Corbel, Jean, notamment, *La neige dans les régions hautement polaires . . .* Dans *Revue de géographie alpine*, Grenoble, tome xlvi, fasc. II (1958), pp. 343-367, fig.

A. *Précipitations nivales*

Nous extrayons de l'*Atlas du Canada* [71] quatre isolignes types exprimant la quantité des neiges tombées. Les extrémités Sud et Nord du Canada en reçoivent peu pour des raisons thermique et aride. Il faut noter que, dans l'Arctique, les précipitations froides (nivales et autres) ne sont pas complètement enregistrées dans les appareils ; les précipitations totales sont donc plus fortes que celles des données officielles. Par contre, si nous exceptions certains points des Cordillères, la protubérance orientale de la péninsule du Québec-Labrador reste, avec ses 150 pouces (près de 4 m), l'une des régions du monde les plus fortement enneigées. Fait encore plus original, le Canada oriental reçoit beaucoup plus de neige que le Canada occidental (les Cordillères sont toujours exclues). Cette irrégulière répartition des précipitations nivales sera précisément l'une des causes de la régionalisation des phénomènes périglaciaires au Canada.

B. *Durée du manteau neigeux et l'internival*

Les divers aspects des régimes nivaux ne tiennent pas seulement aux précipitations, aussi la durée de l'enneigement, par exemple, n'a-t-elle pas les même caractéristiques spatiales que la pluviométrie nivale. À partir des îles de la Reine Élisabeth où un tapis nival de plus d'un pouce (2 cm 54) se prolonge 290 jours par an, les valeurs diminuent graduellement pour s'établir à 80 environ dans le Sud du Canada oriental et au-delà de 100 jours dans la partie méridionale des Prairies. La neige va donc « protéger » les terrains beaucoup plus longtemps dans l'Arctique que dans le Sud du Canada.

Sur ce plan de la durée, le Canada se divise en deux : « The isoline for snow cover for one half the year would have nearly divided Canada into two equal parts depending on whether the ground is snow covered or bare for the greatest portion of the year. » [72] Voilà une autre contingence fondamentale du périglaciaire du Canada.

En outre, cette notion de durée est capitale pour déterminer la longueur d'une importante période que les morphologues du nival saisonnier ne considérent presque jamais : l'internival. Ce « stade » groupe les jours où les influences nivales sont absentes, ce qui comporte non seulement une absence de neige dans le paysage mais également une absence d'eau de fonte dans les divers écoulements. Au fur et à mesure que l'on passe du Nord vers le Sud du Canada, la « saison » internivale passe de quelques jours à 9 mois environ ; dans la moitié Sud du pays, l'internival est donc plus long que le nival. Dans la mesure où la neige seule est concernée, l'internival équivaut à l'interpériglaciaire et laisse supposer un régime morphogénétique annuel sans unité ; il en résulte une polygénie du relief par suite du jeu successif de processus bien différents. Là où un long internival ne s'accompagne d'aucun processus « froids », le modelé final ne peut être que très

---

[71] *Atlas of Canada-Atlas du Canada.* Direction de la géographie, Ottawa, 1957, planche 25.

[72] Potter, J. G., *Mean duration and accumulation of snow cover in Canada.* Dans *Neiges et glaces, opus cit.*, p. 87. Voir aussi dans le même ouvrage, l'article de Williams, G. F., *Variability of physical caracteristics of snow cover across Canada, idem*, pp. 158-166.

partiellement périglaciaire ; d'où l'une des difficultés d'évaluer l'indice périglaciaire du Canada méridional.

À l'échelle locale, la durée de la neige au sol tient beaucoup au vent qui déblaie ici et accumule là ; il ne faut pas sous-estimer ces actions qui multiplient les micro milieux périglaciaires et qui contribuent aussi à la très grande variété de détail du relief des pays froids. Parfois, cette action différentielle du vent sur la neige et sur la végétation devient capitale.[73]

C. *Le nival dans le fluvial*

Morphologiquement, le nival c'est avant tout les divers types d'écoulement associés à la fusion de la neige. Cette perspective nous entraînerait très loin car elle est vraiment une importante partie du périglaciaire : l'étude des ruissellements nivaux ; n'en signalons que les deux principaux aspects hydrologiques.

D'abord, le volume total des eaux de fonte. Malheureusement, les données régulières du Service météorologique ne fournissent pas la tranche d'eau contenue dans le manteau nival. Nous savons tout de même qu'il existe un certain rapport entre la neige tombée et les eaux de fusion même si le coefficient d'écoulement des précipitations nivales varie régionalement en fonction du vent (évaporation), de l'infiltration (présence ou non du gélisol), de la durée de la période de fonte et des diverses autres conditions de l'écoulement.[74] Au Canada, (sans compter les Cordillères) le fluvial alimenté par le nival commande d'un côté des régions de volume maximum, le rebord Sud-Est du Bouclier et d'un autre des régions de volume minimum, les extrémités Nord et Sud du Canada. Ainsi, en considérant les quantités écoulées, certaines contrées nous apparaissent beaucoup plus « fluvio-nivales » que d'autres.

Mais, ces régions ne sont plus les mêmes, sous l'angle relatif des choses. Ici, c'est le coefficient de nivosité dans les débits qui sert de critère. D'après des études sommaires [75] et de par nos calculs, nous avons fixé les valeurs approximatives de ce que peut représenter la fusion de la neige dans l'écoulement annuel ; de moins de 20% dans le Sud-Est du Canada, le chiffre passerait à 30% environ à la frontière méridionale du Canada subarctique central et peut-être à plus de 50% dans le Nord du Canada continental central. Donc, si, quantitativement, les eaux de fonte sont beaucoup plus fortes dans le Sud-Est du Bouclier qu'ailleurs au Canada (les Cordillères ne sont jamais comprises), relativement les *oued* de l'Arctique ont un coefficient nival d'écoulement total plus élevé que les rivières pérennes du bassin du Saint-Laurent. Ainsi, sur le plan de l'alimentation en

---

[73] Par exemple, sur les collines de la régions de Schefferville dont les sommets dénudés « s'empergélisolisent ». *Verbatim*, avril 1960. J. D. Ives.

[74] Une excellente étude d'hydrologie nivale pourrait servir de modèle : Garstka, W. U., Love, L. D., Goodell, B. C. et Bertle, F. A., *Factors affecting snowmelt and streamflow.* U.S., Gov. Printing Office, Washington, 1958, 189 pages, fig.

[75] *a*) Mingasson, C., *Observations sur l'influence hydrologique de la neige dans l'Est du Canada.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 3 (1957), pp. 75-87, fig.

b) Cook, Frank A., *Periglacial-geomorphological investigations at Resolute*, 1959. Dans *Arctic*, vol 13, n° 2 (1960), pp. 132-135.

neige, du Sud au Nord du Canada, l'on passe d'un régime hydrologique pluvio-nival à un régime nivo-pluvial, peut-être même à un régime nival (avec givre) presque pur. Ces notions donnent la mesure d'un certain indice fluvio-nival dans le périglaciaire du Canada.

La morphologie fluviale obéit aux variations saisonnières dans le débit. Chez les affluents du Saint-Laurent, « le régime hydrologique suggère un régime morphologique révélant deux grandes périodes dans l'année : le printemps et pratiquement le reste de l'année . . . L'écoulement nivo-pluvial du printemps est l'agent d'érosion le plus agressif dans l'année à cause de sa masse, de sa vitesse et de sa charge ; de plus, il s'attaque à des terrains mal défendus puisque la végétation n'est pas encore réinstallée et que le sol est mollement structuré par suite du vomissement hydrologique provoqué par la disparition du gel saisonnier. »[76] Cette fois, pour une région arctique, J. R. Mackay exprime la même idée : « The greatest amount of stream erosion is accomplished by flood waters fed from melting snow rather than from heavy rains. »[77] Le fluvial morphologique tient donc surtout au nival, non seulement dans les sections où le régime pluviométrique est nivo-pluvial mais même dans celles où il est pluvio-nival. Dans de telles conditions d'inféodation au nival, le fluvial est partiellement périglaciaire.[78]

D. *Nival et modelé périglaciaire*

Quels sont les rapports entre les mots nivation, périglaciaire et nival ?

Nivation, croyons-nous, fut d'abord employé pour désigner des concavités (soit d'après Matthes un type de vallée en « U », soit un cirque) qu'on imputait à l'action de la congère ou du névé. Plus tard, nivation fut le mot de de Martonne notamment pour dénommer l'ensemble des phénomènes morphologiques dus aux variations de la température du sol et à la fusion de la neige (en dehors des régions glaciées) ; la nivation, comprenant la solifluction, les niches, les sols polygonaux, les champs de pierres, aurait alors presque correspondu à un cycle d'érosion.[79] Aujourd'hui, c'est le mot périglaciaire qui équivaut pratiquement à nivation pris dans son sens large.

Pour nous, dans le domaine physique, le nival touche à la fois à la météorologie, à l'hydrologie et à la morphologie ; des liens tellement étroits unissent les phénomènes correspondants à ces différentes optiques que le morphologue doit commencer son étude avant la géomorphologie proprement dite. Le nival concerne d'abord un cycle climatique avec une période d'accumulation (précipitations, givrage, vent, ablation contemporaine), d'état nival (manteau, densité, réserve en eau) et de disparition (fonte, sublimation). En hydrologie, le nival correspond fondamentalement à la rétention d'une part et au gonflement lors de la

---

[76] Hamelin, Louis-Edmond, *Précisions au sujet des termes de débit, d'écoulement et de ruissellement en hydrologie.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 2 (1957), p. 140.

[77] Mackay J. R., *The Anderson River Map-Area. N.W.T.*, Geographical Branch Memoir, n° 5, Ottawa, p. 41.

[78] D'autant plus que le nival dans le fluvial est généralement associé au gel des terrains et aux glaces flottantes, phénomènes qui augmentent encore l'indice périglaciaire global du fluvial.

[79] « Possibilité d'un cycle de nivation ». Martonne, E. de, *Le relief du sol*, Paris, 7e édition 1947, p. 866.

fonte d'autre part. Morphologiquement, le nival est d'un côté plus vaste que la nivation des concavités et, de l'autre, plus restreint que le cycle de nivation ; c'est-à-dire que le nival englobe l'action fluviale à alimentation nivale, le rôle passif et protecteur de la neige, les avalanches, des dépôts éoliens, quelques formes de solifluction, de dissolution, de lessivage et de dallage. Le nival est à la fois une partie, une période et un faciès du périglaciaire ; nival et périglaciaire ne sont donc pas équivalents.

À l'évolution du relief, le nival travaille rarement seul. Son action est associée au pluvial, au gel des terrains, aux glaces flottantes, au vent, à la dissolution . . . Aussi les formes nivales pures sont-elles rares. De plus, au Canada, l'internival presque généralisé rend le nival intermittent. Les influences nivales sont donc comme noyées dans une vraie polygénie du relief, polygénie non seulement simultanée mais aussi chronologique.

Photo IV

BLOC DE GRÈS ÉOLISÉ

Région de Mould Bay.

(*Photo* Benoît Robitaille, *Direction de la Géographie, juin 1955.*)

3. Température de l'air

L'intérêt que les morphologues du périglaciaire portent aux variations de température est un fait qui se justifie mais qui a abusé. D'un côté, les aspects thermiques forment une partie fondamentale de la morphologie climatique appliquée aux pays froids et c'est en étudiant des phénomènes de gélifraction et de solifluction que les chercheurs ont été amenés à donner beaucoup d'importance au passage des températures autour de 0°C (ou 32°F.). D'un autre côté, l'on a rapporté trop généreusement l'évolution du relief à des variations thermiques de cet ordre ; d'où double confusion : 1° l'on a confondu températures de l'air et celles du sol ; 2° pour certains, l'indice du périglaciaire total n'aurait pas été loin d'équivaloir au nombre actuel de cycles gel-dégel, d'où l'impossibilité de comprendre des problèmes mal posés, par exemple, celui de la présence des felsenmeer dans l'Arctique canadien, région où le nombre des cycles gélivaux de l'air est annuellement faible.

A. *Cycles gélivaux*

Un utile article de K. Fraser nous éclaire sur ce point.[80] L'auteur entend par cycle le passage aller et retour de la température de 28° à 34°F. (situation de printemps dans le Canada méridional) ou de 34° à 28° (situation d'automne).

[80] Fraser, J. K., *Freeze-thaw frequencies and mechanical weathering in Canada.* Dans *Arctic*, vol. 12, n° 1 (mars 1959), pp. 40-53, fig.

Le résultat lui permet de tracer des lignes *isopalimpex* afin de réunir les postes météorologiques qui enregistrent par an le même nombre de cycles gélivaux dans la basse atmosphère. De cette compilation, quatre constatations : 1° le nombre (20 par an) de cycles au Sud de l'Arctique insulaire est trois fois plus faible que celui (60) du lac Supérieur ; les « passages » sont donc beaucoup plus fréquents dans le Sud du Canada que dans le Nord ; à ce point de vue, un peu comme dans le cas du volume de l'écoulement nival, le Canada méridional possède des éléments d'un certain régime périglaciaire ; 2° la deuxième constatation concerne la différence de situation entre l'Est et l'Ouest (non compris les Cordillères) ; alors que l'isopalimpex 60 passe au Sud du Québec, elle traverse l'Alberta au tiers septentrional ; 3° les isolignes forment une concavité ouverte vers le Pôle, c'est-à-dire que sur une même latitude le nombre de cycles est plus élevé sur les côtes qu'au centre du pays ; l'influence continentale se fait sentir ; 4° pour la plupart des postes, il y a deux saisons gélivales, le printemps et l'automne, la première étant la principale.

Ainsi, les cycles gélivaux atmosphériques suggèrent, eux aussi, d'un côté, une certaine régionalisation dans les conditions périglaciaires et de l'autre des variations saisonnières à l'intérieur du régime annuel.

B. *Isotherme annuel de 3°C.*

M. P. J. Williams, au Congrès de Stockholm, a présenté une communication qui permettrait de fixer la limite Sud d'un « large group of frozen ground phenomena ».[81] Ceux-ci auraient besoin pour se produire d'une pénétration gélivale de plusieurs décimètres, pénétration qui serait directement reliée à une température atmosphérique moyenne annuelle de 3°C environ (37°F.). Pour reproduire sur notre carte-cadre cette importante idée, nous avons emprunté le plus approchant des isothermes connus celui de 35°.[82] D'après cette donnée, la grande majorité du territoire canadien serait périglaciaire puisque cet isotherme oscille globablement entre le 48e et le 52e, reliant le « doigt » de Terreneuve à Winnipeg et Edmonton. C'est au droit de l'Abitibi (Québec et Ontario) que la ligne descend le plus vers le Sud. Vu sous cette hypothèse de Williams, le Canada est donc plus périglaciaire qu'il ne l'apparaissait d'après le pergélisol, même le pergélisol discontinu dans l'espace.

C. *Indices thermiques globaux*

Ils sont négatifs ou positifs.

1° Les indices négatifs (*freezing indices*) sont formés de la somme annuelle des différences quotidiennes entre 32°F. et les températures moyennes des jours au-dessous de 32°F. L'isoligne de 5,500 jours-degrés [83] qui correspond, à partir

---

[81] WILLIAMS, P. J., *The distribution of certain frozen ground phenomena in relation to climate.* Dans *Abstracts of Papers,* Stockholm, 1960, p. 313.

[82] THOMAS, M., *Climatological Atlas . . ., opus cit.*

[83] WILKINS, E. B., et DUJAY, W. C., *Freezing index date influencing frost action.* Ottawa, 1954. Cité dans BROWN, R. J. E., 1960, *opus cit.*

du Mackenzie jusqu'à la frontière orientale du Manitoba, à la limite Sud du permafrost discontinu, se situe bien au Nord de cette limite dans l'Ungava-Labrador. Cette non coïncidence nous laisse suggérer que le pergélisol tient à autre chose qu'à la seule température actuelle de la basse atmosphère. Ce sont surtout des événements de période froide que cet indice négatif suggère : intensité de la gélifraction, pénétration profonde de l'onde de gel, nombre réduit de cycles gélivaux, faible précipitation nivale. Cet indice apporte aussi quelques lumières sur une certaine hiérarchisation du périglaciaire canadien. Par exemple, les conditions de l'île d'Ellesmere avec un indice approximatif de 12,000 jours-degrés doublent celles de l'Ungava arctique ; les valeurs de Churchill ne sont qu'aux deux-tiers de celles de Resolute ; il y a donc changement rapide du Nord au Sud. En outre, dans la zone périarctique, la hiérarchisation du froid ne suit pas la latitude ; l'isoligne 6,000 qui dessine une concavité dissymétrique ouverte sur le pôle indique que l'indice périglaciaire global décroît latitudinalement comme suit : Nord du Manitoba, Ungava, Yukon-Mackenzie.

2° Inversement, les indices thermiques positifs (*thawing indices*) expriment surtout des conditions d'été en fournissant une certaine mesure de l'interpériglaciaire. Dans l'Extrême-Nord, des valeurs aussi basses que 400 font que cette période annuelle existe à peine et en surface seulement (en profondeur, étant donné le pergélisol, l'interglaciaire n'existe pas). Par contre, les isolignes 2,000 dans l'Ungava et 3,000 dans le Canada occidental, une fois qu'elles sont portées en relation avec la frontière méridionale du pergélisol discontinu, correspondent à la limite Nord de la zone interpériglaciaire saisonnière dans le sol. À noter une fois de plus, le grand décrochement entre les sections orientales et occidentales du Canada continental (Cordillères exceptées) : alors que dans la péninsule du Québec-Labrador, l'isotherme 3,000 ne s'éloigne guère du 52e de latitude, elle dépasse le 65e dans le Mackenzie.

Une comparaison pour des lieux différents situés à la même latitude quant à leur indice positif et négatif montre des variations saisonnières différentielles : par exemple, l'Ungava est plus frais l'été que son vis-à-vis plus continental de l'autre côté de la baie d'Hudson. De plus, le fait qu'il n'y ait point de relations absolues entre chaque phénomène périglaciaire et une même valeur pour les indices thermiques, qu'ils soient positifs ou négatifs, constitue une précieuse indication quant à l'âge ou quant aux autres facteurs qui contrôlent ce phénomène ; ainsi est la répartition du pergélisol qui ne peut s'expliquer par les seuls indices thermiques actuels de l'air.

Il n'en reste pas moins qu'il ne faut pas négliger d'étudier ces variations thermiques : cycle complet (engel-état de gel-dégel-regel), demi cycle gélival, température froide soutenue. L'état de l'atmosphère conditionne la plupart des phénomènes nivaux et glaciels ; [84] il influence la végétation qui, par ricochet, affecte les processus « froids » ; il peut être mis en rapport avec la pénétration de l'onde de gel dans le sol ; il donne aussi une mesure de l'interpériglaciaire saisonnier ; il fournit enfin des éléments de datation et de régionalisation.

---

[84] Pour exemple, voir plus loin.

4. Glaciel

Si le mot est nouveau,[85] certains aspects de la chose ne le sont pas. Depuis un siècle, en effet, des chercheurs ont constaté, au Canada, l'action des glaces flottantes sur le modelé Le géologue anglais Lyell rapporte qu'en 1837 des glaçons laurentiens avaient transporté des blocs énormes près de Québec. À la fin du XIXe siècle, Hind, Rae et Dawson et, un peu plus tard, J. B. Tyrrell, donnent aux glaces flottantes crédit d'une certaine modification du relief. Durant le premier quart du XXe, dans les Maritimes, on explique quelques bourrelets littoraux par la poussée des glaces côtières. Depuis, de semblables phénomènes ont été repérés à la fois dans le Canada méridional et dans l'Arctique. Enfin, R. Lougee vient de donner le nom de Lyell à cette abondante sédimentation de « stony clays deposited by calved bergs floating . . . ».[86] En fait, pour nous, glaciel n'est pas réservé à ce genre d'impact sur le relief côtier mais il décrit l'ensemble des processus, sédiments et formes qui sont associés à l'action des glaces flottantes dans tous les domaines : glaciologique, hydrologique, morphologique et humain

Photo V

BOURRELET DE POUSSÉE GLACIELLE

Resolute, T. N. O.

(*Photo* F. A. Cook, *Direction de la Géographie, août 1960.*)

A. *Glaces flottantes*

La systématique étant ici une science peu connue, nous renvoyons le lecteur à un article récent [87] dans lequel sont présentés les principaux types de glaces.

L'inventaire des conditions glacielles au Canada — étape préliminaire à celle de l'étude de leur influence sur le modelé — constituerait en soi une recherche complète dont nous ne voulons maintenant rappeler que quelques matériaux.

---

[85] Hamelin, Louis-Edmond, *Dictionnaire franco-anglais des glaces flottantes.* Travaux de l'Institut de géographie de l'Université Laval, Québec, n° 9, 1959, 64 pages dactylographiées, bibliographie.

[86] Lougee, R. J., *A single stage ice age and its implications for Earth history.* Dans *Abstracts of Papers*, Stockholm, 1960, p. 179-180.

[87] Hamelin, Louis-Edmond, *Classification générale des glaces flottantes.* Dans *Le Naturaliste canadien*, vol. 87, n° 10 (1960), pp. 209-227.

Ceux-ci sont abondants.[88] Depuis quelques années, la Direction de la géographie à Ottawa a publié, conjointement avec d'autres organismes, beaucoup de travaux sur les glaces flottantes.[89] Il faut y ajouter une étude toute récente.[90] Ces différents ouvrages se rapportent surtout à la description de situations glacielles d'un côté, pendant l'été dans l'Arctique oriental et de l'autre, pendant l'hiver dans le bassin du Saint-Laurent.

Il faut mentionner aussi les documents de première main publiés par le Service hydrographique canadien,[91] par « l'Office en recherche en pêcheries du Canada » et par la Patrouille des glaces.[92] À partir de ces documents et de diverses autres sources, M. Pierre Biays a présenté une excellente étude du Courant du Labrador dans lequel les conditions glacielles régionales sont longuement étudiées.[93] De son côté, l'*Arctic Institute*, souvent en relation avec d'autres organismes, telle la *U.S. Navy* a préparé de très utiles études techniques sur les glaces sur mer.[94] Mentionnons l'une des plus récentes [95] dans laquelle l'auteur exprime en formule l'englacement et le déglacement en fonction du manteau nival et de la température de l'air. Essentiel, l'*Ice Atlas of Arctic Canada* préparé au *Scott Polar Institute* par les soins de Charles Swithinbank. Pour les glaces d'eau douce, les renseignements sont plus maigres mais la Commission des eaux courantes de Québec, le *McGill Subarctic Research Laboratory*, le Laboratoire Lasalle, le Conseil national des recherches et le ministère des Transports à Ottawa, ont entrepris à leur sujet des relevés et études.

Ainsi, ces différents documents et travaux, même s'ils sont incomplets et s'ils ne concernent qu'une partie du Canada, nous permettraient de dresser des cartes glacielles préliminaires. De l'englacement, nous connaissons des dates de prises, les principaux facteurs, les rapports entre la température de l'air, la neige, la densité (et la salinité, s'il s'agit de la congélation d'une nappe d'eau salée) : du pléniglaciel, nous savons la concentration, la fragmentation, la répartition, les caractéristiques, l'épaisseur, la durée ; du déglacement, nous possédons des dates de disparition des glaces et les facteurs en cause.

Sur notre carte des conditions périglaciaires du Canada, nous n'avons indiqué que des aspects glaciels très généraux. D'un côté, si l'on excepte les Côtes de la Colombie, presque tout le littoral canadien — 60,000 milles — peut

---

[88] Black, W. A., *Selected bibliography on sea-ice distribution in the coastal waters of Canada*, Bibl. Series, n° 18 (1957), Ottawa, 50 pages.

[89] Cook, F. A., *Ice Studies of the Canadian Geographical Branch*. Dans *Polar Record*, mai 1960.

[90] Black, W. A., *Gulf of St. Lawrence ice survey, winter 1960. Geographical Paper*, n° 25 (1960), Ottawa, 64 pages, fig.

[91] *a*) *St. Lawrence Pilot*, 1re édition, 1957, 534 pages ;
b) *Pilot of Arctic Canada*, 3 vol., 1959 et s. (avec *Suppléments*).

[92] U.S. Treasury Department . . . Coast Guard, *International ice observation and ice patrol Service in the North Atlantic Ocean*. Annuel. La dernière édition a 154 p.

[93] Biays, Pierre, *Le courant du Labrador et quelques-unes de ses conséquences géographiques*. Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 8 (sept. 1960), pp. 237-303, fig.

[94] M. Jean Corbel vient de s'en servir pour décrire les icebergs tabulaires dont certains sont dans les eaux canadiennes. *Les îles de glace, étude de géographie physique*. Dans *Revue de géographie de Lyon*, vol. XXXVI, n° 2 (1961), pp. 155-172, fig.

[95] Bilello, M. A., *Formation, growth, and decay of sea-ice in the Canadian Arctic archipelago*. Dans *Arctic*, vol. 14 n° 1 (1961), pp. 3-25, fig.

être influencé par des glaces flottantes pendant une période de l'année. Ces glaces peuvent donc marquer le relief d'un trait de côte d'une longueur énorme et cela d'autant plus qu'il y a souvent de la marée (maximum de 54.5 pieds ou 16 m 62 au Lac-aux-Feuilles dans l'Ungava) et plus d'un cycle glaciel par an. Les glaces flottantes sont l'un des éléments périglaciaires les plus universels au Canada. Voilà une autre donnée de base du périglaciaire canadien.

À l'intérieur du Canada continental pour les glaces d'eau douce, nous avons très sommairement mentionné quelques isolignes de l'interglaciel.[96] Dans le Canada méridional, cette période sans glace — d'ailleurs *très variable* d'une année à l'autre — durerait plus de 250 jours dans le Sud-Est et 200 dans le Canada occidental (Cordillères non comprises). La limite Sud de l'interglaciel passe donc aux États-Unis ; il en est de même pour l'internival et pour l'intergélival. À l'extrémité Nord du Canada continental, l'interglaciel serait inférieur à 100 jours.

Presque tout le Canada connaît donc au moins un cycle glaciel par an. Comme pour la neige, le glaciel n'influence le modelé que durant une partie de l'année. Le glaciel est donc aussi une période.

B. *Modelé glaciel*

Les incidences hydrologiques et morphologiques des glaces sont très nombreuses. Considérons d'abord le littoral. Au Canada, de nombreux phénomènes décrivant des départs de matière ont été mentionnés : gouttières de pied de glace, niveaux d'abrasion, nettoyage et dénudation des plages, labourage et stries des cailloux sur la berge, « coups de béliers » sur les rives. Voici comment s'exprime J. R. Mackay : « River-ice is frequently shoved 5 to 10 feet up the banks above the highest water level, particularly where the ice piles up at a river bend, and like a bulldozer, scrapes and shoves ground before it. If the ice pushes up unduly high in wooded valley, it may slash trees as clearly as the stroke of a woodsman's axe. Exposed bedrock on the bank of a river can be striated by river-borne ice shod with a load of rock fragments, and under special conditions river boulders on the banks can be striated and faceted. »[97]

Les formes d'accumulation et d'agencement ont été davantage étudiées. Aux bourrelets de poussée mentionnés plus haut, ajoutons d'autres beaux exemples vus, en 1955, dans le Bassin de la Payne (Ungava arctique). De son côté, M. Michel Brochu a présenté une intéressante étude du vieux problème de l'influence des glaces sur le littoral.[98] Le long de l'estuaire du Saint-Laurent, les blocs glaciels sont alignés à la limite aval de la plateforme littorale (contact de deux types de glace). Au lac Lichen, nous avons décrit une forme originale de dallage.[99] Sur les rivages de Cornwallis (T.N.O.), M. Benoît Robitaille a men-

---

[96] D'après *Ice Atlas of Northern Hemisphere.* Washington, 1946. Certaines données nous semblent fragiles.

[97] Mackay, J. R., *The Anderson River Map-Area, N.W.T., opus cit.*, p. 41.

[98] Brochu, Michel, *Dynamique et caractéristiques des glaces de dérive de l'estuaire et de la partie nord-est du golfe Saint-Laurent, hiver 1957-1958. Geographical Paper*, n° 24, Ottawa, 1960, 93 pages, fig.

[99] Hamelin Louis-Edmond, *Dallage de pierres au lac Lichen.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 4 (1958), pp. 250-251.

tionné des dépressions de culot de pied de glace.[100] H. Sjors a décrit sur les levées de l'Attawapiskat (Ouest de baie James) une série sédimentologique composée de strates d'humus et de lits limoneux, ces derniers déposés lors des inondations glacielles.[101] Les glaces flottantes semblent donc avoir une grande influence sur le micromodelé des berges ; elles y font une action très différentielle. Les glaces elles-mêmes transportent des sédiments, souvent des sédiments fins, moins spectaculaires que les gros blocs, mais quantitativement imposants ; quand le niveau des eaux est élevé c'est un exceptionnel lit majeur qui est ainsi influencé, au point de vue sédimentologique et morphologique, par les éléments fluvioglaciels.[102] Avec la complaisance des blocs de glaces, les rivières construisent même un type de levée au Sud de la baie James.

Au large, les glaces flottent et elles sont un élément de la dynamique de l'écoulement, un élément d'autant plus important que le cours d'eau est de taille modeste ou que le coefficient de glacement est élevé. Les glaces conditionnent l'écoulement ; elles vont même jusqu'à l'arrêter momentanément par des embâcles ou l'accentuer démesurément par des débâcles ; dans ce dernier cas, la compétence du cours d'eau est alors très grande et sans rapport de valeur avec le module ou avec le coefficient usuel de ruissellement.

Le glaciel n'a pas assez retenu l'attention des chercheurs. Au Canada, étant donné l'étendue des zones ennoyées (eau douce et eau salée) depuis la déglaciation, la contemporainéité parfois réalisée entre la disparition des glaciers et l'invasion marine, la longueur actuelle du trait de côtes froides, le fort indice autochtone et allochtone d'englacement, le coefficient de fragmentation qui peut être élevé (iceberg), les nombreuses possibilités de transport des glaçons et des *floes* (vent, eau de fonte nivale, courant côtier), le glaciel est important et il est l'un des éléments que l'on retrouve dans chaque région périglaciaire du Canada.

III. ÂGES, RÉGIMES ET RÉGIONS

Vouloir présenter les aspects généraux du périglaciaire du Canada à l'aide d'idées nouvelles, ce n'est pas s'engager à tout dire sur le sujet. Aussi, n'allons-nous pas plus loin sur le plan des processus et des contingences, ce d'autant plus que les recherches ne nous permettent pas encore de comprendre définitivement tous les mécanismes, celui de la gélifluction par exemple. Il ne s'agit pas non plus de présenter systématiquement un inventaire laborieux et particulier de tous

---

[100] Robitaille, Benoît, *Géomorphologie du Sud-Est de l'île Cornwallis. Territoires du Nord-Ouest.* Dans *Cahiers de géographie de Québec,* n° 8 (1960), pp. 358-365 (résumé de thèse principale de Doctorat).

[101] Sjors, Hugo, *Bogs and Fens . . . opus cit.*, pp. 5-6.

[102] *a*) Hamelin, Louis-Edmond, *Le cadre naturel de Sainte-Marie de Beauce.* Travaux de l'Institut de géographie de l'Université Laval, n° 3 (1954), 83 pages dact., fig. (étude de la Chaudière, affluent du Saint-Laurent).

b) Quoique le rôle des glaces n'ait pu être strictement précisé, nous croyons que les glaces flottantes ont quelque chose à faire dans *Les cours d'eau à berges festonnées.* Voir Louis-Edmond Hamelin. Dans *The Canadian Geographer – Le géographe canadien,* Ottawa, n° 12, 1958, pp. 20-25, fig. Nous avons découvert un autre exemple de ce phénomène nouveau à 50 milles au Sud de Schefferville sur le cours d'eau McPhadyen, affluent des lacs Menihek. Un tracé analogue vient d'être signalé par M. Henri Dorion le long de la Windigo-Ouest, province de Québec, Canada, au 48e degré.

les faits périglaciaires du Canada qui ont pu être mentionnés ici et là ; nous avons préféré utiliser les informations correspondantes tout au long de notre étude établie en fonction d'une optique globale.

Ainsi, après avoir considéré les « conditions » principales, nous abordons immédiatement deux questions capitales [103] dans une recherche de ce genre : d'abord le problème de l'âge du périglaciaire ; y a-t-il eu une ou plusieurs périodes froides ? Avaient-elles un même indice périglaciaire ? Intéressaient-elles le même territoire ? Le second problème, très géographique, se rapporte à la répartition régionale des phénomènes ; le périglaciaire canadien est-il zonal ? L'irrégularité dans l'espace laisse-t-elle découvrir des régions ? Si oui, celles-ci expriment-elles autant de régimes périglaciaire originaux ?

1. Esquisse d'une chronologie

La datation des phénomènes constitue l'une des questions qui doit préoccuper le morphologue.

Au cours de l'examen antérieur des principales contingences du périglaciaire canadien, nous avons pu noter ici et là que les événements périglaciaires n'étaient pas tous d'âge actuel. Par exemple, les régions qui, un moment, ont été submergées au finiglaciaire ont nécessairement un périglaciaire subaérien plus récent que celles qui ne l'ont pas été (pour une déglaciation du même âge) Autres indices : les pingos du Mackenzie sont beaucoup plus nombreux dans les sections anciennes du delta que dans les sections récentes. Le périglaciaire actuel de la Haute Gaspésie apparaît moins important que celui de périodes antérieures.[104] L'on a vu aussi que les zones limites des régions pergélisolées ne correspondaient pas en tout point aux isothermes cumulatifs actuels. En outre, les formations dunaires laurentiennes ne sont pas uniformément distribuées à toute altitude. Enfin, à quelques reprises nous avons même directement mentionné l'existence au cours du postglaciaire d'une période plus froide que l'époque actuelle. Apparemment donc, depuis la déglaciation, le temps n'a pas été monoclimatique.

Méthodologiquement, pour entrevoir ces paléoreconstructions, nous utilisons, d'un côté, des observations de terrain et, de l'autre, de précieuses mais trop rares datations faites par des spécialistes en laboratoire. Ces documents ne sont cependant pas suffisants pour nous permettre de bâtir des cartes détaillées de chaque période froide, comme on a pu le faire en certains pays.[105] Les cinq périodes dont nous parlerons sont plus des hypothèses et des outils de recherches que des certitudes établies une fois pour toutes.

---

[103] Dylik, Jan, et Raynal René, *Programme de travail de la Commission de géomorphologie périglaciaire.* Dans *Biuletyn Peryglacjalny*, Lodz, Pologne, n° 6 (1958), texte, pp. 177-194 ; bibl. pp. 19-29. Voir aussi des mêmes auteurs, la circulaire de commission datée de juin 1961, 5 pp.

[104] Gaumond, M., et . . ., *opus cit.*

[105] *a*) Tricart, Jean, *Cartes des phénomènes périglaciaires quaternaires en France.* Mémoire pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France, Paris, 1956, 40 pages, 3 planches.

b) Guillien, Y., *De quelques données sur les périodes froides du Pléistocène français, carte, commentaire.* Dans *Bulletin de l'Ass. des géographes français*, n° 265-266 (avril 1957), pp. 21-40, app.

A. *Bas et Moyen Wisconsin*

L'absence de documentation ne nous permet pas de présenter les toutes premières périodes froides qu'aurait connues le Canada, au Bas Quaternaire, après un climat Tertiaire chaud ou tempéré.

Nos données ne remontent pas au-delà de 100,000 ans environ. Après l'interglaciaire chaud Sangamon, tout le Wisconsin va montrer « a broad pattern of fluctuation of climate »[106] dont certains moments, dans certaines régions, vont être favorables au périglaciaire. Ces variations composent une série de stades glaciaires entrecoupés d'interstadiaires ayant un « boreal climate, in which temperature did not rise to equal those prevailing today » (Flint, 1961).

Appliquons ces modifications à la région de Montréal. La première phase périglaciaire a dû correspondre à la progression de la glaciation du Bas Wisconsin. La seconde a été contemporaine à la fois d'un léger recul glaciaire, de l'interstadiaire[107] Saint-Pierre[108] et d'une nouvelle récurrence de la glaciation du Bas Wisconsin. Une troisième période froide est conjointement celle d'une légère régression, de l'interstadiaire Port-Talbot[109] et d'une avancée de la glaciation du Moyen Wisconsin. Quant à la quatrième période froide — qui n'a peut-être pas atteint Montréal, mais le Sud de l'Ontario — elle correspond à une récurrence de la glaciation du Moyen Wisconsin, à l'interstadiaire Plum Point (28,000 ans) et à la progression de l'importante glaciation du Pléni Wisconsin (celle qu'on entend généralement par l'expression, glaciation du Wisconsin).

Par le fait de l'englaciation totale de la région au Pléni Wisconsin, on serait peut-être porté à juger sans importance les 4 périodes périglaciaires antérieures. Cela serait une profonde erreur car elles ont sûrement joué un rôle. Ces interstadiaires frais ont sans doute contribué à préparer la charge des glaciers à venir ; ailleurs, au Canada, des chercheurs ont constaté que des blocs morainiques n'étaient que des gélifracts peu modifiés ; nous pouvons supposer aussi que les énormes dépôts de bordure de la calotte « Laurentide » n'auraient jamais été aussi importants sans ces laboratoires périglaciaires successifs qui précédaient les récurrences.

Inversement, l'état périglaciaire peut protéger de l'érosion et du transport glaciaire ; il est très vraisemblable par exemple que les dépôts préglaciaires qui ont survécu à la glaciation le doivent à leur état pergélisolé.[110]

---

[106] Flint, R. F., et Brandtner, F., *Climatic changes since the last interglacial.* Dans *Am. Journal of Science*, vol 259 (mai 1961), pp. 231-328, fig.

[107] La question de savoir si la période Saint-Pierre fut un interstadiaire ou un interglaciaire n'est pas définitivement résolue.

[108] *a)* Terasmæ, J., *Contributions to Canadian Palynology – Part II. Non glacial deposits in the St. Lawrence Lowlands.* Québec, Commission géologique du Canada, Ottawa, *Bull. n° 46* (1958), pp. 13-28.

b) Gadd, N. R., *Géologie de la région de Bécancour, Québec.* Comm. géol. du Canada, Ottawa, 1959, Étude 59-8, 33 pages.

[109] Dreimanis, A., *Pre-classical Wisconsin in the Eastern portion of the Great Lakes region, North America.* Report of the 21st Session, Norden, Part IV, Copenhagen, 1960, pp. 108-120, fig. « . . . this interval, with a change from subarctic to boreal and then subarctic climate . . . » p. 117.

[110] Sabourin, R., *Le kaolin de Château-Richer, un paléorégolite ?* Dans *Programme de l'ACFAS*, Québec, 1960, p. 80.

Des faits périglaciaires datant du Wisconsin ancien et moyen, n'existent pas que dans le Sud du Canada. À l'opposé, dans le Nord-Ouest,[111] l'île de Banks possède des limons âgés de 35,000 ans et comportant une flore comprenant des éléments de toundra. Même phénomène dans une section ancienne du delta du Mackenzie avec une flore interglaciaire froide de 44,000 ans. Ces éléments botaniques suggèrent la possibilité d'activités périglaciaires contemporaines. L'on croit même que des phénomènes de glacitectonique (bousculement de matériaux pergélisolés lors d'une avance glaciaire) ont pu être faits par une glaciation probablement ancienne.[112] S'il est vrai que des sections arctiques n'ont pas été recouvertes par la glaciation du Pléni Wisconsin, elles constituent une des plus vieilles zones de périglaciaire continu au Canada.

La façade atlantique posséderait elle aussi du périglaciaire ancien. D'après A. Dreimanis (1960, *opus cit.*), les felsenmeer qui se seraient développés dans les Hautes Torngat, alors nunatak, pendant la basse glaciation Koroksoak,[113] pourraient être du Moyen Wisconsin. De son côté, Mercer définissait les champs de blocs de l'île de Baffin comme antérieurs au post glaciaire [114] ; il est vrai que Neilson n'est pas de cet avis.[115] « On Devon Island, écrit B. Bird, the shattered rock predates glaciation. »[116]

Ainsi, sur le pourtour de la calotte « Laurentide », il est très vraisemblable que des phénomènes périglaciaires se soient produits au Bas et au Moyen Wisconsin.[117]

B. *Pléni Wisconsin*

La principale phase glaciaire du Wisconsin occupait la région de Montréal il y a 25,000 ans environ. Pendant cette glaciation, le périglaciaire n'était pas absent des zones périphériques. Au États-Unis, l'on a parlé d'un royaume périglaciaire à cette époque.[118] À l'extrémité Nord-Ouest du Canada, une partie du Yukon, n'étant pas alors glaciée, était soumise aux autres conditions froides. On peut penser aussi que toutes les zones médianes entre les 4 « calottes » dites « Laurentide », Cordillère, Ellesmere-Baffin, Arctique insulaire ont dû attendre assez longtemps avant d'être englaciées ; de même il est possible qu'elles aient été déglaciées hâtivement. En dehors du moment de coalescence maximum (phase paroxismale de la glaciation maximale), il devait donc y avoir des auréoles périglaciaires autour des calottes.

---

[111] Craig, B. G., et Fyles, J. G. *Pleistocene geology of Arctic Canada. Geol. Survey Paper*, n° 60-10, Ottawa, 1960, 21 pages, fig.

[112] Mackay, J. R., *Deformation by glacier-ice at Nicholson Peninsula, N.W.T.* Dans *Arctic*, vol. 9, n° 4, pp. 218-227.

[113] Yves, J. D., *The deglaciation of Labrador-Ungava*, 1960, *opus cit.*

[114] Mercer, J. H., *Geomorphology and glacial history of . . . Baffin. Bull. Geol. Soc. of Am.*, vol. 67, n° 5 (1956), pp. 553-570.

[115] Neilson, J., *Geomorphology . . . of Baffin*, Report of the 21st Session, Norden, part XXI, Copenhagen, 1960, pp. 90-104, fig.

[116] Bird, J. B., *The scenery of Arctic Canada, opus. cit.*, p. 11.

[117] Des données complémentaires concernant ces interstadiaires et ces interglaciaires apparaissent dans V. K. Prest, *Pleistocene geology and surficial deposits.* Dans *Geology and economic minerals of Canada*, Ottawa, 1957, pp. 446-458.

[118] Brunnschweiler, D., *The periglacial realm . . ., opus cit.*

C. *Fini Wisconsin*

Il était impossible que le Fini Wisconsin arrivât partout en même temps avec des caractéristiques climatiques rigoureusement semblables. Au sujet de la calotte « Laurentide », distinguons deux régions : le pourtour et les centres résiduels.

D'abord la zone périphérique. Dans le Sud de l'Ontario, la déglaciation était en cours il y a 13,000 ans environ. Vers le 46e degré de latitude, « the Maritimes have had a longer ice-free history than the central part of the continent » ;[119] la différence peut se chiffrer à quelques centaines ou à quelques milliers d'années, apparemment. Plus étonnant, dans l'Arctique, le départ des glaces s'est fait à peu près en même temps : « The radiocarbon dates indicate that deglaciation of the northern part of the continent took place at about the same time as retreat of the ice-sheet from southern Canada ».[120] Confirmant cela, sur l'île de Victoria, un radiocarbone donne plus de 12,000 ans. Dans la zone Ouest de la calotte continentale — région d'Edmonton — des datations ont été fixées à 10,000 ans. Ainsi, même si les datations sont encore trop peu nombreuses et peut-être pas très représentatives du fait à démontrer, il semble que la déglaciation Laurentide aurait débuté en même temps dans les zones périphériques.

Quant aux derniers centres à être libérés au Labrador [121] et au Keewatin,[122] ils l'auraient été il y a environ 4,000 à 7,000 ans.

Alors, pendant cette période d'une durée approximative de 6,000 ans, entre le début et la fin de la déglaciation, il serait étonnant que des phénomènes périglaciaires de régression ne se soient pas produits distinguant ainsi les premières régions déglaciées des dernières. Mais nous touchons ici à une opinion très controversée pour le Sud du Canada au moins ; alors que certains chercheurs [123] disent qu'un climat chaud s'est immédiatement installé après le départ des glaces, d'autres en sont moins sûrs. Il faut peut-être distinguer la zone centrale de la zone atlantique qui, elle, aurait pu avoir une région périglaciaire plus large.[124] Pour notre part, nous ne croyons pas que le Canada méridional ait été complètement privé au Fini Wisconsin de tous les assauts de l'un ou l'autre des

---

[119] LIVINGSTONE, D. A., et LIVINGSTONE, B. G. R., *Late-glacial and postglacial vegetation — Cape Breton Island, Nova Scotia.* Dans *Am. Journal of Science*, vol. 256 (mai 1958), pp. 341-359.

[120] CRAIG, J. B., *opus cit.*, p. 10.

[121] GRAYSON, J., *The postglacial history of vegetation and climate in the Labrador-Québec region as determined by palynology.* Thèse, Michigan, 1956 cité dans E. Henderson, 1956 et Craig, 1960.

[122] LEE, H. A., *Surficial geology of Southern district of Keewatin and the Keewatin ice divide. Bull. n° 51*, Geol. Survey of Canada, Ottawa, 1959.

[123] *a*) Travaux de Potzger et Courtemanche, *opus cit.* ;
b) *Bulletin du Service de biogéographie*, Montréal ;
c) LAVERDIÈRE et A. COURTEMANCHE, *La géomorphologie . . . du Mont Tremblant, opus cit.*, abondante bibliographie sur ces faits de datation au finiglaciaire dans le Sud du Canada.
d) DERRUAU, Max, *Le problème de la chronologie finiglaciaire et postglaciaire dans la région de Québec d'après quelques travaux récents.* Dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 1 (1956), pp. 21-25.

[124] MANLEY, G., *A climatological survey of the retreat of the Laurentide ice sheet.* Dans *Am. Journal of Science*, vol. 253 (mai 1955), pp. 256-273, fig.

processus périglaciaires : lentilles de glace dans le sol, glaciel, écoulement nival, glacitectonique locale, solifluction et éolisation du matériel non encore fixé ; nous admettons cependant que ces modifications ne semblent pas avoir été majeures.

D. *Tardiglaciaire*

Absolument parlant, le tardiglaciaire canadien n'est pas du même âge absolu que le tardiglaciaire européen plus ancien. Il n'a pas automatiquement non plus les caractéristiques froides et sèches du tardiglaciaire d'outre-atlantique. L'analogie ne tient qu'à un retour, à la fois en Europe et au Canada, à des conditions froides (récurrence glaciaire ; élargissement de la zone périglaciaire ; repli végétal) au cours d'une certaine période « postglaciaire ». Dans le Québec, un tardiglaciaire existait il y a quelques milliers d'années.

Quoiqu'il en soit de cette datation très imprécise, certains phénomènes périglaciaires du Canada semblent être contemporains d'une époque froide de cet âge. Il se peut que le pergélisol « ancien » de la dernière région déglaciée de l'Ungava-Labrador se soit formé à cette période. E. Henderson [125] date les niches de nivation du Labrador de ce qui pourrait être un tardiglaciaire. Nous avons cru bon de raccorder également à la même époque certaines réticulations du tapis végétal. Au tardiglaciaire, il est probable que des îlots permanents de gélisol ont pu s'établir jusque dans le Sud du Québec.

En fait, depuis la dernière grande déglaciation, c'est au moins de deux périodes froides ou fraiches [126] dont il faudrait parler, l'une avant la période de réchauffement, l'autre, la principale, après. Au cours de ces phases de détérioration, la glace dans le sol, l'action éolienne (favorisée par l'aération du tapis végétal), la neige et la livraison abondante des versants ont apparemment été les facteurs dominants.

E. *Actuel*

L'étude des contingences et processus du périglaciaire du Canada nous ont montré par de nombreux exemples que le périglaciaire canadien n'est pas seulement constitué de phénomènes anciens, figés ou fossiles mais aussi bien actifs. La présentation des provinces périglaciaires nous permettra tantôt de préciser les différents régimes de ce périglaciaire actuel.

Conclusion

Il ne faudrait pas que la simplicité de cette séquence que nous proposons, fausse sa portée ; l'âge vrai d'un phénomène est rarement son âge chronologique,

---

[125] Henderson, E., *Large nivation hollows near Knob-Lake, Québec.* Dans *The Journal of Geology*, vol. 64, n° 6 (1956), pp. 607-617, fig.

[126] D'après Potzger en 1953, il y en avait deux. Voir aussi Terasmæ, J., *Contributions to Canadian palynology, No. 2. Part A-1 ; Palynological study of post-glacial deposits in the St. Lawrence lowlands.* Geol. Survey of Canada, *Bull. 56*, Ottawa, 1960, pp. 1-23, fig.

tellement l'évolution du modelé tient à beaucoup d'autres choses que le temps. Dater n'est pas tout dire.

L'indice périglaciaire de chacune de ces 5 périodes n'était pas égal et il n'était pas basé, sur une combinaison identique des processus efficaces. Il n'y a donc pas eu d'une époque à l'autre continuité linéaire dans l'évolution périglaciaire. De plus, ces 5 périodes ne sont d'un même tenant ; elles ont été interrompue soit pas des stades glaciaires soit par des époques plus chaudes ; [127] le périglaciaire était donc intermittent. Dans ces conditions, l'évolution totale du modelé est très complexe ; ici, il ne nous paraît pas exagéré de parler de polygénie du relief. Ces modalités de l'histoire du Haut Pléistocène rendent très difficile, dans le Sud du Canada, l'identification des phénomènes périglaciaires ; les formes pures y sont très rares.

Localement, le périglaciaire tient beaucoup aux conditions de l'englaciation et surtout de la déglaciation, notamment dans le Canada méridional où le périglaciaire était tout d'abord un phénomène de situation ; de même que lors de l'englaciation, les pulsations et les interstadiaires successifs n'étaient pas du même style et n'intéressaient pas rigoureusement les mêmes sections, de même au finiglaciaire, le passage du glaciaire au périglaciaire — court ou long — était très différentiel, spatialement et qualitativement. De plus, le Canada est un pays tellement étendu que les principaux événements périglaciaires ne pouvaient pas se produire rigoureusement en même temps ; ainsi, lors de la progression glaciaire, l'Est du Canada a dû cesser d'être périglaciaire avant le centre du Canada ; au contraire, à la déglaciation, il a dû être « périglacié » plus tôt que le centre.

Cet horaire périglaciaire à 5 périodes a été par endroits perturbé. 1° D'abord, dans les zones montagneuses et pentueuses. D'un côté, l'état de nunatak favorise la gélifraction ; d'un autre côté, l'enneigement abondant, en prolongeant une glaciation locale, peut soustraire d'autant la région au périglaciaire subaérien ; [128] par ailleurs, la pente accentue l'évacuation du matériel ; 2° Les zones littorales, en échappant partiellement à l'emprise glaciaire, n'ont pu recevoir des glaciers le même rythme périglaciaire que les régions plus continentales ; 3° En rapport avec les zones littorales existent d'immenses étendues ennoyées (bras de mer et lacs de barrage glaciaire) qui ont nécessairement connu un périglaciaire plus récent que celui des plateaux environnants ; ainsi, des phénomènes périglaciaires sis au Sud de la baie James ont moins de 3,000 ans ; en ce cas, le périglaciaire consécutif le plus ancien daterait du Tardiglaciaire ; 4° Enfin, l'on ne saurait éviter d'appliquer différemment dans le Canada septentrional et dans le Canada méridional cette séquence de 5 périodes ; par exemple,

---

[127] Une telle coupure fut assurée peut-être presque partout au Canada, par l'Optimum climatique postglaciaire ; il y a quelques milliers d'années pendant cette période chaude, la température moyenne annuelle pouvait être plus élevée de plusieurs degrés F. que la température actuelle ; certains auteurs ont même pensé que le *pack* polaire n'existait pas sur l'Océan Arctique. Au cours de cette phase, l'indice périglaciaire — s'il existait encore — était donc à son plus bas niveau.

[128] Il en aurait été ainsi dans le Parc national des Laurentides si l'hypothèse d'Osborne doit être retenue. Osborne, F., *Parc des Laurentides ice cap and Québec Sea.* Dans *le Naturaliste canadien*, Québec, vol. 78, nos 7-8 (1951), pp. 222-251, fig.

le périglaciaire actuel est très loin d'avoir le même régime et la même importance d'un côté dans le Québec du Sud et de l'autre dans Baffin. Cela nous conduit à une étude concernant la régionalisation du périglaciaire du Canada.

2. Essai de régionalisation

Pas plus ici que pour l'esquisse chronologique précédente, il n'y a de documents suffisants. Cela est gênant puisque les sentiers sont complètement neufs. La régionalisation du périglaciaire canadien peut être envisagée sur deux plans, l'un se rapportant aux aspects régionaux de chaque processus individuel, l'autre, plus global, considérant des régions de synthèse.

A. *Aspects régionaux singuliers*

a) Zonalité ?

Certains processus ou phénomènes donnent une allure latitudinale au périglaciaire canadien (l'on ne considère pas ici les Cordillères) ; plusieurs isolignes-clefs s'étirent en effet de l'Est à l'Ouest séparant ainsi des bandes plutôt parallèles entre elles. On a dit que les pingos se trouvaient, dans le Canada arctique occidental, entre le 65e et le 75e degré de latitude ; les tourbières réticulées se situent normalement au Nord de la grande forêt ; on a l'habitude de parler de la « zone » du pergélisol ; le cercle arctique est astronomiquement zonal. Plusieurs auteurs [129] ont noté une modification sensible des conditions périglaciaires arctiques du Nord au Sud ; pour sa part, l'indice thermique négatif a, dans Ellesmere septentrional (80e degré), des valeurs deux fois plus élevées que celles de l'Ungava arctique (60e). Bref, au Canada, la zonalité climatique détermine-t-elle le cadre du périglaciaire régional ?

Sur le plan du gélisol, le Canada se divise en trois : au Nord, la zone du pergélisol continu ; au centre, la zone du pergélisol discontinu ; au Sud, la zone du gélisol temporaire (saisonnier).

Le tapis végétal, qui prédispose ou non au périglaciaire comme on l'a vu, partage le Canada oriental, également en trois bandes Est-Ouest : la toundra au Nord ; la zone subarctique-hémiarctique au centre, la forêt boréale et tempérée au Sud. Les limites des « zones » du gélisol et de la végétation ne coïncident cependant pas en tous points.

L'isotherme annuel de 37°F. (3°C) qui doit donner la frontière méridionale de phénomènes liés au gel du sol traverse le Canada d'Est en Ouest vers le 50e degré de latitude.

L'élément nival divise le Canada en deux parties à peu près égales par l'isoligne de 180 jours de neige au sol. L'indice périglaciaire du nival est cependant contradictoire sur le plan régional ; en effet, c'est dans le Nord du Canada qu'il est le plus important si l'on considère la durée du tapis neigeux et le coefficient

---

[129] Dont Jean Corbel, *Les Alpes inuitiennes, opus cit.*

de nivosité dans les débits annuels mais c'est dans le Sud, particulièrement dans le Sud-Est, qu'il est le plus élevé si l'on en juge par le volume d'eau écoulé.

En fait, cette zonalité transversale n'est pas bien rigoureuse et nombreux sont les événements aberrants comme le suggèrent les « analogs » de Fort Churchill que l'on peut trouver sur une vingtaine de degrés de latitude.[130]

b) Décrochements latitudinaux

L'un des phénomènes les plus importants ici est la situation privilégiée des Prairies et du Mackenzie, par rapport aux autres régions sises sur les mêmes

PHOTO VI

TOURBIÈRE RÉTICULÉE

Moyenne Côte-Nord du Saint-Laurent. Périglaciaire de type « Hudson ».

(*Photo* Camille ROY, *septembre 1960.*)

latitudes. Par exemple, l'indice positif 3,000 jours-degrés qui traverse le Québec au 52e n'atteint le Yukon qu'au 65e degré. Au pied oriental des Cordillères, toutes les isolignes périglaciaires remontent vers le Nord, notamment les frontières du gélisol.

Brisent également la zonalité, les précipitations nivales qui sont beaucoup plus fortes du côté Est que du côté Ouest de la baie d'Hudson.

---

[130] HASTINGS, A. D., *Climatic analogs of Fort Greely, Alaska and Fort Churchill, Canada, in North America*, Natick, Mass., 1959 47 pp., ill.

Le décrochement de part et d'autre de la baie d'Hudson va au-delà de l'élément nival. Toutes choses étant égales par ailleurs, la façade Ouest offre des conditions plus sévères que la façade Est ; le pergélisol discontinu descend plus au Sud au Manitoba et en Ontario que dans le Québec.

Si nous avions à présenter d'une manière décroissante un indice périglaciaire comparatif de l'immense bande latitudinale « subarctique » du Canada, nous mentionnerions d'abord la façade occidentale des baies d'Hudson et James, en second lieu, l'Ungava-Labrador central, enfin, le Haut et le Moyen Mackenzie.

Pour leur part, les isolignes des indices thermiques cumulatifs et des cycles gélivaux décrivent des concavités ouvertes vers le pôle et elles recoupent ainsi les bandes latitudinales.

Bref, les décrochements latitudinaux les plus considérables sont la remontée des influences tempérées le long du Mackenzie, la descente vers le Sud des influences arctiques et subarctiques à l'Ouest et au Sud de la baie d'Hudson, enfin, l'élargissement du domaine intermédiaire entre la forêt boréale et la toundra dans le Québec-Labrador.

c) Azonalité

Beaucoup d'éléments rendent partiellement azonaux les phénomènes périglaciaires du Canada. Les régions montagneuses (parfois de faible altitude), les vallées, les successions paléoclimatiques (dont les frontières se sont déplacées), les étendues basses ennoyées au finiglaciaire, la continentalité, le vent « qui souffle où il veut », l'influence universelle du processus fluvial durant l'interpériglaciaire saisonnier, le glaciel que l'on rencontre à la dimension même du Canada, . . . toutes ces contingences et processus empêchent l'établissement de zones géométriques bien hiérarchisées dans l'espace.

Ainsi, ce rapide exposé nous conseille la prudence avant de déclarer zonal le périglaciaire du Canada. Certes il s'exerce des servitudes zonales directes (par exemple le pergélisol) ou indirectes (par exemple la végétation), mais il y a aussi d'autres forces plus indépendantes des conditions régionales.

B. *Provinces et régimes*

Car il n'y a pas une chose telle qu'un seul faciès périglaciaire dans le monde. Les combinaisons climatiques « froides » susceptibles de participer d'une façon ou d'une autre à l'évolution du relief périglaciaire sont beaucoup plus variés que les premiers chercheurs l'avaient laissé entendre. C'est précisément cette absence d'uniformité dans les régimes périglaciaires qui est à la base de la diversification des faciès dans l'espace.

Au Canada, nous avons déjà noté, du Nord au Sud, une certaine dégradation générale de l'indice périglaciaire, diminution traduite par exemple par les trois « zones » du pergélisol continu, du pergélisol discontinu et du gélisol temporaire. Vu sous un éclairage transversal, le Canada continental apparaît au contraire subdiviser en 4 tranches longitudinales : les Cordillères, le « couloir » Prairie-Mackenzie, la façade Nord, Ouest et Sud de la baie d'Hudson, la pénin-

sule de l'Ungava-Labrador. Ainsi, le croisement de ces frontières Est-Ouest et Nord-Sud créent sur le plan régional un certain quadrillage qui rappelle les énormes réseaux de fente en coin qui, dans le Haut Arctique, se recoupent à angle plus ou moins droit.

Plus précisément, sur le plan régional, nous distinguons deux types de territoires : ceux pour lesquels nous pouvons reconnaître une certaine unité, les autres que nous n'étudions pas ici. Les premiers se subdivisent en deux : des sous-régions et des provinces. Les sous-régions sont moins étendues, plus spécialisées et de forte unité ; comme exemples, l'estuaire du Saint-Laurent pour la

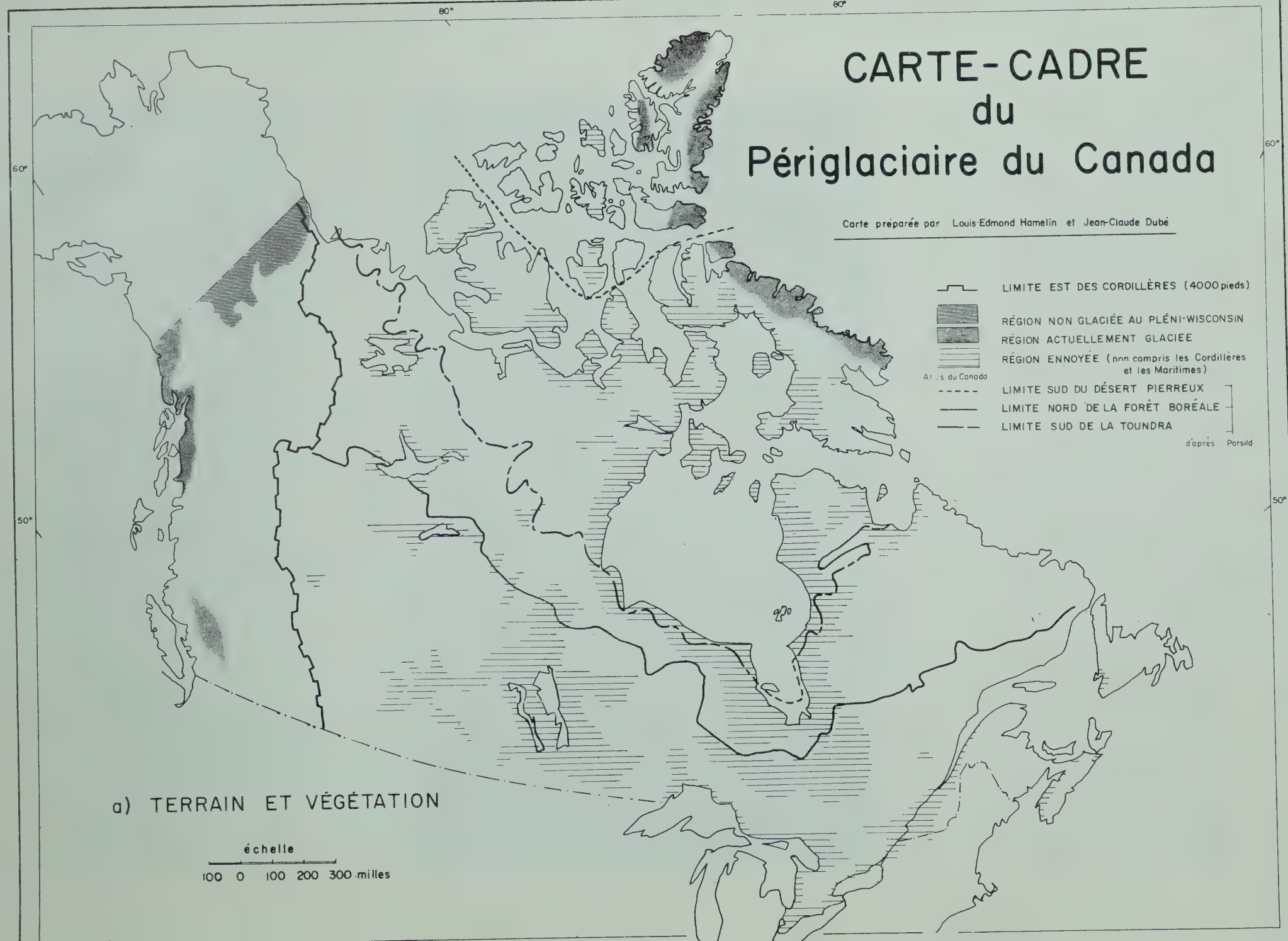
PHOTO VII

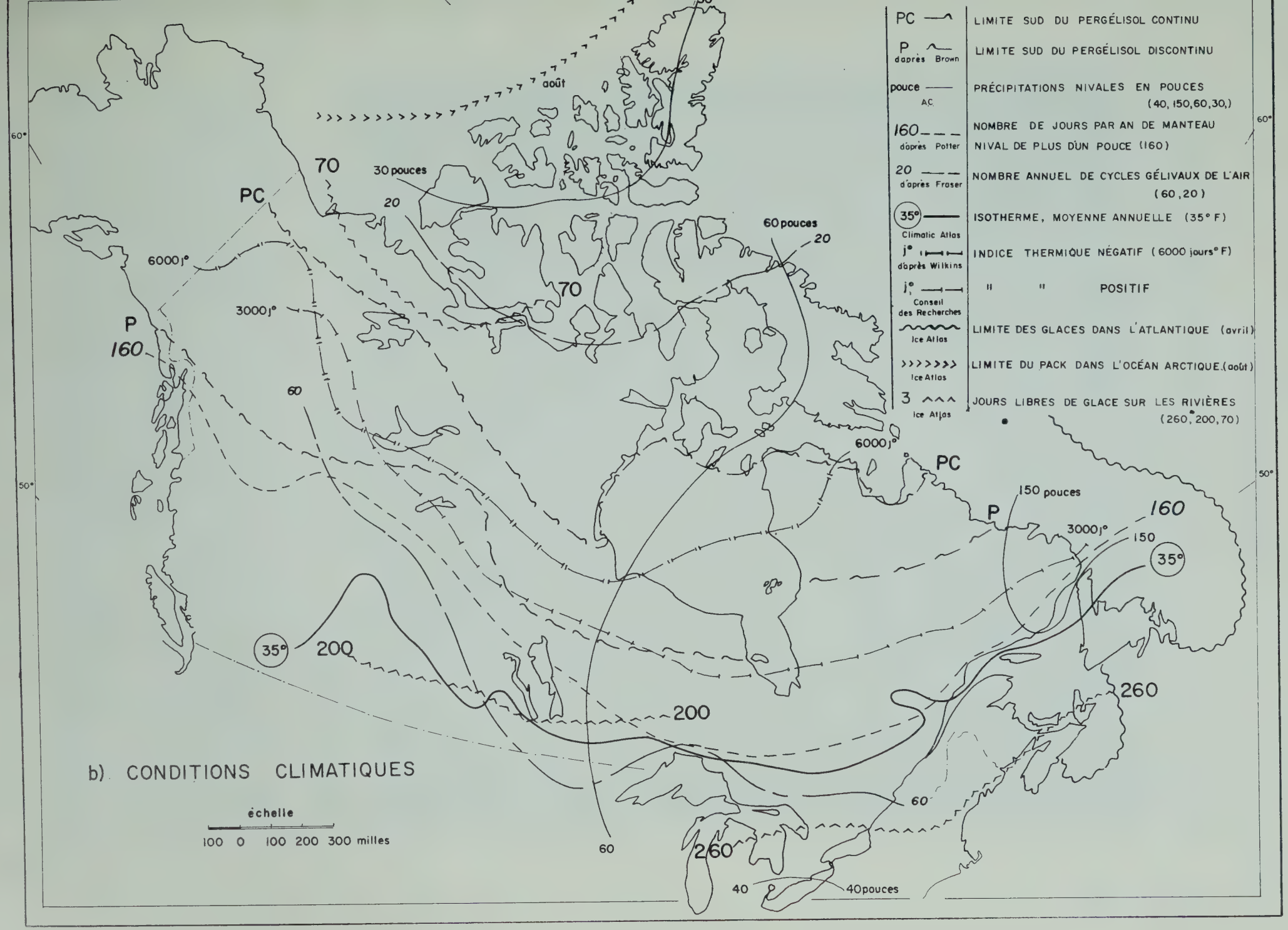
RÉSEAU ET COULÉE DE BOUE ET DE PIERRES

Bassin de la Payne, Ungava arctique. Périglaciaire de type « Labrador ». (Une montre donne l'échelle.)

(*Photo* L.-E. H., *août 1955.*)

morphologie glacielle ; le delta du Mackenzie pour ses pingos ; Kingaite pour les felsenmeer. Au contraire, les provinces sont moins assujetties aux conditions locales et laissent supposer autant de régimes périglaciaires originaux basés notamment sur un jeu complexe de processus divers. Pris dans son ensemble, le territoire des provinces englobe d'une façon synthétique des conditions bioclimatiques ; des états prépériglaciaires différents quant aux paysages, aux matériaux et à l'humidité ; des combinaisons types de processus, par exemple, la gélifraction-solifluction, le nivo-glaciel ; des durées de valeur inégale : cycle millénaire du pergélisol continu, cycle à longue période de certaines macrogélifractions, cycle


CARTE-CADRE
du
Périglaciaire du Canada
Carte préparée par Louis-Edmond Hamelin et Jean-Claude Dubé
LIMITE EST DES CORDILLÈRES (4000 pieds)
RÉGION NON GLACIÉE AU PLÉNI-WISCONSIN
RÉGION ACTUELLEMENT GLACIEE
RÉGION ENNOYÉE (non compris les Cordillères et les Maritimes)
Atlas du Canada
LIMITE SUD DU DÉSERT PIERREUX
LIMITE NORD DE LA FORÊT BORÉALE
LIMITE SUD DE LA TOUNDRA
d'après Porsild
a) TERRAIN ET VÉGÉTATION
échelle
100 0 100 200 300 milles
80°
60°
50°


PC LIMITE SUD DU PERGÉLISOL CONTINU
P d'après Brown LIMITE SUD DU PERGÉLISOL DISCONTINU
pouce AC PRÉCIPITATIONS NIVALES EN POUCES (40, 150, 60, 30,)
160 d'après Potter NOMBRE DE JOURS PAR AN DE MANTEAU NIVAL DE PLUS D'UN POUCE (160)
20 d'après Fraser NOMBRE ANNUEL DE CYCLES GÉLIVAUX DE L'AIR (60, 20)
35° Climatic Atlas ISOTHERME, MOYENNE ANNUELLE (35° F)
j° d'après Wilkins INDICE THERMIQUE NÉGATIF (6000 jours° F)
j° Conseil des Recherches " " POSITIF
Ice Atlas LIMITE DES GLACES DANS L'ATLANTIQUE (avril)
Ice Atlas LIMITE DU PACK DANS L'OCÉAN ARCTIQUE (août)
3 Ice Atlas JOURS LIBRES DE GLACE SUR LES RIVIÈRES (260, 200, 70)
août
30 pouces
60 pouces
150 pouces
40 pouces
6000j°
3000j°
PC
P
160
70
20
60
35°
200
260
40
150
60°
50°
b) CONDITIONS CLIMATIQUES
échelle
100 0 100 200 300 milles

saisonnier du gélisol temporaire ; des séries morphogénétiques variables dans le temps et dans l'espace par exemple, le Canada méridional n'a pas la même succession de processus (apériglaciaires, et périglaciaires associés) que l'Extrême-Nord (processus périglaciaires purs). Les provinces périglaciaires contiennent aussi des formes périglaciaires héritées et, même des formes localement aberrantes. Ces unités territoriales qui sont donc des synthèses se subdivisent en plusieurs sous-régions. Tout l'Ungava-Labrador central représente une province périglaciaire. La présente étude, d'esprit global est restreinte à la présentation, d'ailleurs totalement neuve, des principales provinces périglaciaires du Canada. Celles-ci, sont au nombre de 9 dans le Canada à l'Est des Cordillères. La description de ces grands ensembles se fera suivant les valeurs décroissantes des indices périglaciaires respectifs.

a) Provinces du pergélisol continu

Spatialement, ces régions comprennent le Canada insulaire arctique, la frange septentrionale du continent avec un appendice exceptionnel vers le Sud le long de la rive Ouest de la baie d'Hudson ; à ce point, la limite méridionale des provinces déborde le cercle polaire de 600 milles ou 960 km.[131] L'ensemble représente donc une espèce de losange avec des diagonales d'environ 2,000 milles ou 3,200 km.

Sur le plan climatique, par rapport aux autres provinces, cette région arctique reçoit peu de neige (de moins de 60 pouces ou 150 cm au Sud à peut-être moins de 20 au Nord) mais le tapis nival dure longtemps et le coefficient de nivosité dans les débits annuels est très élevé. En fait, c'est un pays plus humide qu'il ne l'apparaîtrait à en juger par la médiocrité des précipitations totales. Le froid est, l'hiver, très intense avec des minima fréquents de −50 degrés C dans l'extrême-Nord. Le nombre de cycles gélivaux de l'air est restreint (l'isoligne 20 cycles traverse le centre de la région). Le tapis végétal est très maigre surtout dans le Nord-Ouest mais cette couverture est en équilibre avec les autres conditions écologiques. L'interpériglaciaire saisonnier que l'on retrouve dans chacune des autres provinces n'existe pas.

Les principaux phénomènes périglaciaires sont un pergélisol continu, un mince mollisol, de vastes champs de gélifracts, des types très variés de réticulation et de gélifluction. Le périglaciaire total ne comprend pas que des phénomènes actuels mais aussi des phénomènes anciens.

Pour tenir compte des principales variations spatiales à l'intérieur de cette vaste région arctique, il faut distinguer les provinces suivantes : les bordures montagneuses de l'Est (type *Innuit*) telles celles d'Ellesmere, ont à la fois un périglaciaire de situation (proximité de glaciers) et un périglaciaire climatique caractérisé par une surcharge piémontane (talus d'éboulis, avalanche). Dans ce district de Franklin, il faut particulièrement distinguer le Nord-Ouest

---

[131] Ce fait rend discutable la fixation au Cercle polaire de la frontière méridionale du périglaciaire arctique. Jean Corbel, *Morphologie périglaciaire dans l'Arctique.* Dans *Annales de géographie*, vol. LXX, n° 337 (1961), pp. 1-24, fig.

PHOTO VIII

« PATTERNED GROUND » DISSIMULÉ PAR UNE VÉGÉTATION HERBEUSE

Morne de Blanc-Sablon, Côte-Nord du Saint-Laurent, Québec. Périglaciaire de type « Labrador ».

(*Photo* Benoît DUMONT, *1952.*)

(régime de type *Elisabeth*) le Centre (type *Victoria*) [132] et le Sud ; par rapport au Nord-Ouest, le Centre est moins sec, plus nival ; son pergélisol est moins profond mais son mollisol l'est un peu plus ; la mésopolygonation, la solifluction

[132] Aux références précédentes, s'ajoutent :

a) WASHBURN, A. L., *Reconnaissance geology of portions of Victoria Island and adjacent regions.* Dans *Mémoire 22*, Geol. Soc. of America, 1947.

b) COOK, Frank A., *Some types of patterned ground in Canada.* Dans *Geographical Bulletin*, n° 13 (1959), pp. 73-81, fig.

c) ROBITAILLE, Benoît, *Présentation d'une carte géomorphologique de la région de Mould Bay . . ., T. N. O.*, Dans *The Canadian Geographer – Le géographe canadien*, n° 15 (1960), pp. 39-44, fig.

et la cryoturbation (déformation stratigraphique) y sont mieux réussies. Par rapport au Centre, le Sud (type *Keewatin* intérieur méridional) est une région plus pauvre.[133] Cela annonce déjà les provinces périglaciaires méridionales.

b) Trois provinces périarctiques

Ici encore, la limite méridionale générale est loin de suivre les latitudes car si elle correspond au 52e dans l'Est, elle descend jusqu'au 50e dans le centre mais dans l'Ouest elle remonte au 59e. Du Nord au Sud, cette « zone » de périglaciaire atténué s'étire sur quelques centaines de milles. Si l'on rendait continues ces trois provinces, elles formeraient un immense croissant ouvert vers le Nord, du Labrador au Yukon. Les caractères originaux de chacune d'elles justifient une présentation individuelle.

1. *Provinces des Basses Terres de la baie d'Hudson ou type Hudson.* Ce territoire plat, étiré du Nord-Ouest au Sud-Est, se loge globalement entre le 50e et le 60e degré de latitude ; sa largeur (prise à la perpendiculaire) est environ de 200 milles (320 km).

Climatiquement, cette unité territoriale est un domaine de transition avec nuances continentales entre les autres provinces. Région relativement enneigée avec 60 à 100 pouces (250 cm) de neige et un tapis nival qui dure dans le Nord plus de la moitié de l'année. À 40, s'établit le nombre annuel des cycles gélivaux de l'air. Le pays a un coefficient d'humidité de la couche superficielle qui dépasse de beaucoup ce qu'on attendrait des précipitations totales qui sont moyennes. Également anormal est le froid de l'air : l'indice thermique négatif, 6,000 jours-degrés qui, au Yukon, atteint le Cercle arctique passe ici à 10 degrés de latitude plus au Sud. Il y a aussi le froid des terrains notamment lié à leur forte humidité, au déglacement superficiel tardif et aux lentilles internes de glace. Non moins spécifique du périglaciaire est la nature du tapis végétal : le muskeg, formation organique peu arbustive et très malléable.

Les principaux phénomènes périglaciaires sont : 1° le pergélisol discontinu (dans la moitié Nord) avec lequel les *palsa* semblent être en relation ; 2° Puis toutes les formes de réticulation végétale : tourbières réticulées, *smallpox muskeg*, îles forestières, forêt-galerie, forêt réticulée, arc de végétation ; 3° Des types de tracés hydrographiques particuliers : myriades de mares biscornues, cours d'eau à berges festonnées (phénomène nouveau) ; le drainage est très défectueux ; 4° Enfin, de multiples microphénomènes nivo-glaciels sur le pourtour des mares. Bref, un périglaciaire original.

Comme sous-régions, dans ces Basses Terres des baies d'Hudson et James, il faudrait distinguer les étroites sections côtières (glaciel ; éolisation ; polygonation ?) des sections intérieures (muskeg) ; à l'intérieur de celles-ci, le Nord (pergélisol discontinu) et le Sud.[134]

---

[133] Bird, J. Brian, *Terrain conditions in the central Canadian Arctic.* Dans *Geographical Bulletin*, n° 7 (1955), pp. 1-17, fig. : « It is clear that they (periglacial phenomena) are not as numerous in the inland part of the Thelon and Back basins as in the other arctic areas », p. 15.

[134] Description de morphologie générale dans Coombs, D. B., *The physiographic subdivisions of the Hudson Bay lowlands South of 60 degrees North.* Dans *Geographical Bulletin*, n° 6 (1954), pp. 1-17, fig.

2. *Province de l'Ungava-Labrador central ou type Labrador.* Cette province s'étend sur une partie du Québec et du Labrador, de la façade atlantique à celle des baies James et d'Hudson ; du Sud au Nord, elle occupe le territoire entre la forêt boréale (vers le 52e et la limite Nord des arbres (moins le bouleau nain), limite fixée au 58e à certains endroits. Donc une bande rectangulaire de situation péninsulaire. Alors que le faciès périglaciaire Hudson s'était développé sur une basse plaine récemment émergée et recouverte d'abondants dépots végétaux, la base de la province de l'Ungava-Labrador est surtout constituée de plateaux différemment glaciés. Les deux provinces sont mal drainées.

PHOTO IX

PALÉO-POLYGONES

Région d'Edmonton, Alberta.

(*Photo* R. Spence TAYLOR, *1958.*)

L'Ungava-Labrador est un pays humide avec de 20 à 40 (100 cm) pouces de précipitations totales ; les 150 pouces (3 m 75) de neige font du Sud-Est une sous-région fortement enneigée ; dans le centre, la neige au sol dure plus de 200 jours. C'est aussi un pays froid ; les indices thermiques positifs 3,000 jours-degrés laissent supposer à cette latitude un été plus frais qu'ailleurs au Canada. Par contre, le nombre annuel de 50 cycles gélivaux de l'air est passablement élevé. Sur le plan végétal, la province présente au Canada le plus vaste domaine d'interinfluences arctiques et boréales-tempérées. Ce paysage de taïga-toundra est donc de type ouvert et inégal, ce qui favorise la différentiation locale des phénomènes périglaciaires.

Les principaux phénomènes périglaciaires [135] sont le pergélisol discontinu (dans la moitié Nord), des formes limitées de gélifraction et de solifluction, des réticulations végétales, peu de polygonation ; bref, un périglaciaire actuel atténué par rapport à celui du type Elisabeth.

Sur le plan régional, à distinguer la moitié Nord (pergélisol discontinu. ancien et actuel) de la moitié Sud (réticulation végétale) ; sur le plan local, se détachent les sommets qui, par l'altitude, ont un faciès périglaciaire alpin.

3. *Province du Mackenzie central ou type Mackenzie.* Voici la province périarctique à la fois la plus au Nord des trois mais la moins périglaciaire.

Cette province s'étend du cercle arctique au 58e degré environ et des Cordillères jusqu'à l'Est du lac Athabasca et du Grand Lac de l'Ours. L'ensemble fait partie du « triangle du Mackenzie ».

Le climat actuel est caractérisé par des précipitations totales faibles (14 pouces environ ou 35 cm), un enneigement modeste (50 pouces ou 1 m 25), une durée relativement brève du manteau neigeux (200 jours). Ici l'amplitude thermique saisonnière est forte car les froids de l'hiver restent intenses alors que les chaleurs de l'été sont nettement azonales. La couverture végétale est un couvert de transition avec la forêt boréale au Sud et la taïga-toundra au Nord. Le nombre annuel de cycles gélivaux varie grandement du Nord au Sud passant de 30 à 60 ; c'est que, comparée à la province du *Labrador*, qui est largement étalée sous plusieurs latitudes, la province du *Mackenzie* a un gradient périglaciaire très élevé ; le type *Mackenzie* fait donc une transition rapide sur le plan de l'espace entre le Canada tempéré qui remonte anormalement vers le Nord et le périglaciaire arctique qui existe déjà dans le bassin du Bas Mackenzie.

Les principaux phénomènes périglaciaires de cette province qui joue un rôle d'intermédiaire entre les faciès du Sud et les faciès du Nord, sont le pergélisol discontinu, des formes limitées de solifluction et de polygonation.

Comme sous-régions, il faudrait détacher de l'ensemble de cette province, la vallée immédiate du Mackenzie, organisme hydrographique allochtone à mani-

---

[135] Outre les références précitées sur le périglaciaire de l'Ungava-Labrador central :

a) Derruau, M., *Les formes périglaciaires du Labrador-Ungava comparées à celles de l'Islande centrale.* Dans *Revue de géomorphologie dynamique*, vol. 7, n° 1-2 (1956) pp. 11-16.

b) Twidale, C. T., *Vallon de gélivation dans le centre du Labrador.* Dans *Revue de géomorphologie dynamique*, n° 9 (1958), pp. 84-85, fig.

c) Allington, K., *The bogs of Central Labrador-Ungava . . .* Dans *McGill Subarctic Research Papers*, n° 7 (1959), 89 pages, fig.

d) Derbyshire, E., *Glaciation and subsequent climatic changes in central Québec-Labrador . . .* Dans *Geografiska Annaler*, vol. XLII, n° 1 (1960), pp. 49-61. Voici l'opinion de cet auteur : « The mean annual temperature of 24°F., the incidence of frost in exposed locations throughout the year, the low summer temperatures due to excessive cloudiness, the extremely low though variable winter temperatures, the occurrence of permafrost, the existence of actively moving « pattern ground », and the fact that snowbanks of semi-permanent nature are found in the area in the present time are justification enough for the designation « periglacial » to be applied to the climate of central Québec-Labrador », p. 54.

e) Ives, Jack D., *A pilot project for Permafrost investigations in Central Labrador-Ungava. Geographical Papers*, n° 28, Ottawa, 1961, 22 pp., fig.

f) Andrews, J. T., *Vallons de gélivation . . . A Reappraisal. Abstracts of Papers*, CAG, Montréal, 1961, 1 p.

g) Roy, Camille, *Aspects du climat et du relief postglaciaire de la région de Schefferville dans le Québec-Labrador.* Thèse de M. A. en préparation, Québec, 1961.

festation nivoglacielles, les basses plaines périphériques des grands lacs, enfin, les bandes piémontanes des Cordillères.

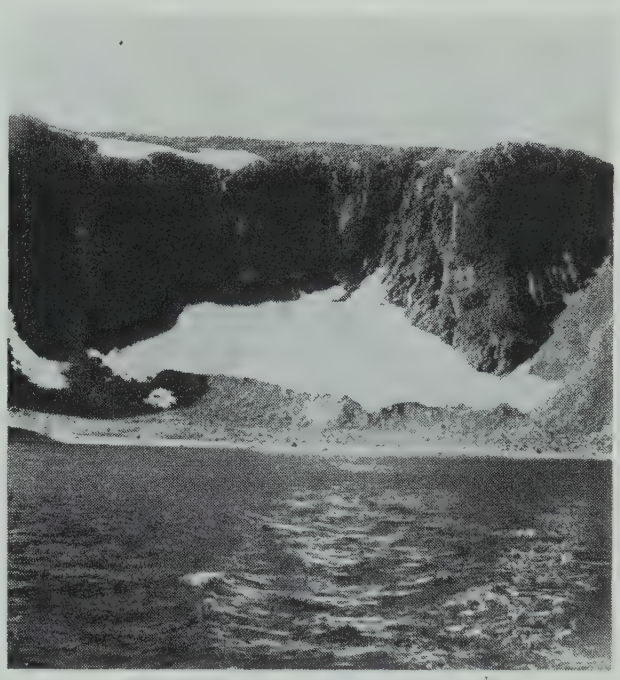
c) Deux provinces à périglaciaire associé et intermittent

Déjà, les 3 provinces du Canada central avaient un périglaciaire spécialisé, éclectique, limité et incomplet à côté de celui qu'avaient offert les provinces de pergélisol continu. Une semblable décroissance dans l'indice périglaciaire total se réalise en passant du Canada central au Canada méridional.

Il n'y a cependant pas diminution au point de faire du Canada habité une région apériglaciaire. L'isotherme de 37°F. considéré par certains comme la frontière méridionale d'un certain nombre de phénomènes caractéristiques traverse le Sud du Canada. De plus, cette région est chaque année profondément influencée par de vrais processus périglaciaires, gel et dégel des terrains, neige (abondante dans l'Est), glace de congélation, cycles gélivaux de l'air. De plus, la période périglaciaire la plus active de l'année est curieusement plus longue dans le Sud que dans le Nord du Canada ; alors qu'elle ne dure qu'un mois de fin d'été dans le Haut Arctique, elle récupère dans la Province Saint-Laurent trois mois sur le printemps et sur l'automne. Ainsi, dans l'expression : périglaciaire atténué, ce dernier mot ne qualifie pas un périglaciaire de style arctique qui serait de rendement faible mais fondamentalement un périglaciaire différent dans son régime et dans son influence sur l'évolution totale du modelé superficiel ; en passant de l'océan Arctique au Saint-Laurent, l'indice périglaciaire général diminue certes en intensité mais surtout il change dans ses combinaisons bioclimatiques et dans ses variations régionales ; il ne s'agit pas d'une simple atténuation dans l'efficacité d'une semblable combinaison de processus qu'on aurait pu supposer ubiquitement à l'œuvre ; il y a donc un périglaciaire du Canada méridional mais relevant plus d'un régime original à incidence temporelle courte que d'un régime polaire qui s'exercerait moins intensément. Enfin, dans le Canada méridional, le périglaciaire est nécessairement polygénique car il y a des phénomènes anciens, car les processus périglaciaires actuels n'ont qu'un jeu intermittent à l'intérieur de l'année, car, même lorsqu'il est à l'œuvre,

PHOTO X

BOURRELET DE TYPE « PROTALUS »



Hauteur relative de 100 à 150 pieds. 10 milles à l'Est du Cap Wolstenholme ; rive Sud du détroit d'Hudson. Périglaciaire de type « montagneux ».

(*Photo* Benoît ROBITAILLE, *juillet 1961.*)

le périglaciaire est de type associé. D'où la difficulté de reconnaître la mesure du périglaciaire des régions dites tempérées.

Le décalage entre l'Est et l'Ouest, déjà constaté pour les provinces *Labrador* et *Mackenzie*, se vérifie une fois de plus. La limite nord des provinces où l'on ne trouve que des traces de périglaciaire actuel oscille dans le Canada oriental autour du 50e degré alors qu'elle se tient vers le 55e dans la partie occidentale du pays.

PHOTO XI

CIRQUES ; GLACIER ROCHEUX ; AVALANCHE ; RÉTICULATION VÉGÉTALE

Massif du *Tabletop*, Gaspésie, Québec. Périglaciaire de type « montagneux ».

(*Photo* C.A.R.C., *A. 11700-83.*)

1. *Province Saskatchewan-Alberta méridional ou type Alberta.* Décrivant un triangle rectangle, elle s'étend, longeant le piémont des Rocheuses, de la frontière des U.S.A. jusqu'à la ligne de partage entre les bassins arctique et hudsonien; de là, la limite extérieure suit une diagonale en direction du lac des Bois.

Climatiquement, avec un minimum de 12 pouces de précipitations totales et moins de 50 pouces de neige, la province est relativement sèche. Pour des raisons de régimes nivométrique et éolien, la durée du tapis nival est très variable et elle se fixe en moyenne à 120 jours par an. Par contre, le gel est intense et fréquent (plus de 60 cycles annuels dans l'air). Le vent est parfois puissant.

Sur le plan végétal, c'est la « prairie » peu forestière. Les conditions de la dernière déglaciation semblent avoir été différentes de celles du Sud-Est du Canada. La mise en culture a accentué les chances de prise des processus périglaciaires à la surface des terrains mal protégée par la végétation et par la neige.

Les principaux phénomènes périglaciaires sont anciens : des formations éoliennes, des polygonations et ces énigmatiques *prairies mounds*, d'abord interprétés comme des formes finiglaciaires, puis périglaciaires.[136] Aujourd'hui, on peut au moins noter des solifluctions sur sol temporairement gelé et une morphologie fluviale sous activée pendant la rétention hivernale mais suractivée au moment de la fonte nivale.

PHOTO XII

TRAÎNÉES DE PIERRES ET TOUNDRA ALPINE

Mont Jacques-Cartier, Gaspésie, Québec. (Un caribou donne l'échelle.)

(*Photo* L.-E. H., *septembre 1948.*)

2. *Province Laurentides-Terreneuve ou type Saint-Laurent.* Elle forme un rectangle très allongé de l'Ontario occidentale à l'Atlantique, entre les latitudes 46 et 50.

Climatiquement, un pays humide avec de 35 à 50 pouces de précipitations dont 100 à 200 pouces de neige ; celle-ci couvre le sol 150 jours par an environ ; le coefficient de nivosité dans les débits totaux se fixe à 30% ; le coefficient mensuel de débit représente 3 à 4 fois les valeurs du module ; l'écoulement nival sera donc l'une des caractéristiques majeures du régime périglaciaire partiel de cette province. Sur le plan des températures, l'hiver est rigoureux mais comme le préhiver et le finihiver ne sont pas francs, le nombre annuel de cycles gélivaux de l'air s'élève à près de 60. Le tapis forestier encore abondant — malgré les feux de forêt et le déboisement partiel — freine les activités périglaciaires. Par contre, la pente parfois forte (rebord montagneux), l'abondance des matières fines dans les matériaux meubles, l'humidité du sol de même que le haut indice de vibration favorisent les solifluctions. Le glaciel constitue une autre caractéristique majeure de cette province, glaciel ancien sur les plages soulevées, glaciel actuel sur les rives de l'Estuaire et du Golfe.

---

[136] Nous ajoutons aux ouvrages déjà mentionnés dans notre texte :

a) GRAVENOR, C. P., *The origin and significance of Prairie Mounds.* Dans *Am. Journal of Science*, vol. 253 (1955), pp. 475-481.

b) HENDERSON, E. P., *Surficial geology of Sturgeon Lake Map-Area, Alberta.* Mémoire, Geol. Survey of Canada, Ottawa 1959, 108 pp., fig.

c) CAILLEUX, A., *Observations sur quelques lacs ronds nord-américains.* Dans *Mélanges . . . Raoul Blanchard*, Québec 1959, pp. 139-149, fig.

Comparé au type *Alberta,* le type *Saint-Laurent* est plus nival, plus glaciel, moins froid, moins éolien ; dans les deux cas, chaque année, le gel du sol est profond mais le dégel est complet.

Les principaux phénomènes périglaciaires anciens sont quelques formes d'éolisation, de solifluction, de cryoturbation et de réticulation végétale ; il se peut aussi que l'endurcissement de l'horizon « B » des sols doive quelque chose à un ancien niveau phréatique lié au gélisol saisonnier. Aujourd'hui, le périglaciaire est lié au modelé fluvial des talwegs associé à la fonte de la neige. Le long des versants, de nombreux glissements de terrains profitent parfois de la complaisance du gel du sol et de la surcharge hydrique due à l'eau nivale ; cette descente généreuse de matériaux est l'un des mécanismes qui peut rendre compte de la largeur démesurée de nombreuses petites vallées post-glaciaires.[137] Actuellement, c'est sur l'estran que le glaciel est le plus important.

Dans cette province *Saint-Laurent,* se détachent les sommets à périglaciaire subalpin et alpin, tels ceux de la Haute Gaspésie.

d) Provinces périglaciaires des Cordillères

Le monde montagneux des Cordillères doit être considéré à part. Les sous-régions sont très nombreuses. Les régimes périglaciaires sont modifiés par les pentes, l'altitude, l'influence maritime et le volume saillant. Nous connaissons très peu le périglaciaire de cette immense région. Théoriquement, en référence à d'autres régions canadiennes, nous faisons l'hypothèse qu'il faille distinguer au moins le Nord et le Sud : 1° vers le 60e, un type *Yukon* avec un indice périglaciaire relativement élevé ; et, 2° ver le 50e, un type *Columbia* caractérisé par un gradient périglaciaire élevé entre le périglaciaire de situation de certaines parties alpines et le périglaciaire de courte saison dans les parties basses.

Voilà d'après nos connaissance actuelles les grandes provinces périglaciaires du Canada. Un premier groupe où les processus cryergiques, sans être exclusifs, sont nettement dominants : sur le pergélisol continu, ce sont les provinces *Innuit Elisabeth, Victoria* et *Keewatin.* Trois autres types, de situation périarctique, dans lesquels les processus sont déjà associés à des mécanismes « normaux » : le type *Hudson* avec ses réticulations végétales, le type *Labrador* dans toutes les variétés subarctiques, le type *Mackenzie,* azonal à tendance atténuée. Dans le Canada méridional, le périglaciaire est réduit à une saison plus courte que la période interpériglaciaire ; de plus, pendant cette saison froide, l'action des processus cryergiques est assez intimement associée à celle d'agents non périglaciaires ; nous avons quand même indentifié deux faciès : le type *Alberta* à nuance sèche et le type *Saint-Laurent* caractérisé par le nival, le glaciel et le gélisol temporaire.

Dans les Cordillères, les types *Yukon* au Nord et *Columbia* au Sud doivent être distingués.

Dans l'ensemble, c'est donc à des systèmes morphogénétiques de participation et de conditionnement que conduisent les divers régimes périglaciaires du Canada. Dans la plupart des cas, les processus « froids » ne commandent

---

[137] Hamelin Louis-Edmond et Dumont, Benoît, *Un terme pour les fonds de vallées dans le sud-est du Canada.* Dans *Cahiers de géographie de Québec,* n° 9 (mars 1961), pp. 82-84, fig.

Photo XIII

ACTION GLACIELLE SUR LE TRAIT DE CÔTE. GÉLIFRACTION ET ACTION FLUVIOPÉRIGLACIAIRE SUR LE VERSANT

Pointe-au-Platon, Lotbinière, Québec, 46e degré de lat. Périglaciaire de type « Saint-Laurent ».

(*Photo* L.-E. H., *avril 1960.*)

Photo XIV

TACHES DE VÉGÉTATION ET ANNEAU DE PIERRES

Moraine latérale sub-actuelle du glacier Athabasca. Cordillères canadiennes. Périglaciaire de type « Columbia ». (Un mètre donne l'échelle.)

(*Photo* L.-E. H., *juin 1958.*)

TABLEAU COMPARATIF DE TROIS TYPES PÉRIGLACIAIRES DU CANADA

CARACTÈRES		TYPE VICTORIA	TYPE LABRADOR	TYPE SAINT-LAURENT
CONDITIONS	Précipitations nivales	Faibles	Moyennes	Fortes
	Cycles gélivaux de l'air	20 cycles	+40	−60
	Végétation	Toundra	Hémiarctique et subarctique	Forêt
	Ruissellement	Fort coefficient de nivosité dans les débits		Abondance nivo-pluviale
	Durée totale, période périglaciaire annuelle	12 mois ; absence d'interpériglaciaire	9 mois	6 mois; interpériglaciaire de 6 mois
	Durée, période périglaciaire la plus active, en surface	De juillet à septembre ; régime à un maximum	Début de l'automne et juin ; régime à deux maxima	Début de l'hiver et fin du printemps; régime à deux maxima
PHÉNOMÈNES DOMINANTS	Gélisol	Pergélisol continu ; base à 1,000 pieds ?	Pergélisol discontinu ; base à 100 pieds et plus ?	Gélisol temporaire ; base à 5 pieds en moyenne
	Autres	Gélitract ; polygones ; formes de gélifluction	Formes classiques atténuées ; réticulation végétale	Modelé fluviopériglaciaire
INTERPRÉTATION	Indice périglaciaire	Fort	Moyen	Faible
	Périglaciaire et autres processus	Périglaciaire exclusif ou dominant		Périglaciaire associé et intermittent

De l'océan Arctique au Saint-Laurent, l'indice périglaciaire général diminue en intensité mais le régime change dans ses combinaisons bioclimatiques et dans ses variations saisonnières ; il ne s'agit pas d'une simple atténuation dans l'efficacité d'une famille de processus qui serait partout semblable à elle-même.

pas exclusivement l'évolution totale du relief ; ils ne font que collaborer à cette évolution. D'où les difficultés de trouver des formes périglaciaires à la fois pures, vastes et évoluées. Dans ces conditions, il est difficile de penser que, même dans le Nord du Canada, le relief sur de grandes étendues puissent être d'âge avancé dans un cycle morphologique proprement périglaciaire ; nous doutons que le modelé qui longe la route de l'Alaska en soit rendu — par des moyens exclusivement périglaciaires — au « stade de la maturité ».[138] Au Canada, les régimes périglaciaires étant rarement purs, le relief n'évolue pas seulement par l'*impact* des expériences cryergiques ; alors puisque le modelé qui se fait est polygénique, il est exagéré de lui donner un âge en référence à un seul « système d'érosion » pris exclusivement.

CONCLUSION

Que le lecteur nous permette de lui rappeler brièvement ce que cette étude a voulu apporter au périglaciaire en général et surtout au périglaciaire du Canada.

Plusieurs nouveaux concepts et termes ont été proposés afin de faciliter l'analyse nuancée des situations. La notion même de périglaciaire s'est élargie et sur le plan génétique et sur le plan spatial ; le périglaciaire a même débordé le cadre traditionnel de la morphologie pour rejoindre des données associées relevant par exemple, de l'hydrologie. Dans notre *Vocabulaire*, le lecteur verra la décortication du mot périglaciaire dans le but de dégager notamment le cycle, le faciès, le gradient, l'indice et le régime. Régime ? Notion complexe mais féconde qui s'applique au groupe des processus dominants et surtout à la séquence, fort variable dans l'espace, de leur intervention dans le temps. Dans le Canada central où les mécanismes « froids » ne sont à l'œuvre que pendant une période de l'année, le périglaciaire est seulement temporaire ; le régime morphogénétique total se divise alors en deux temps : une saison périglaciaire et un interpériglaciaire. Cette intermittence des conditions cryergiques rend donc le relief polygénique mais plus polygénique par succession que par association simultanée. Sur le plan des processus, une attention particulière a été portée au nival et au glaciel (ce qui se rapporte aux glaces flottantes), deux domaines dans lesquels la systématisation des connaissances était moins avancée que celle qui traite de la solifluction et de la gélifraction. L'on juge de plus en plus importante, l'action des divers modes d'écoulement. Certains rapports originaux entre le tapis végétal et le périglaciaire ont été discutés, notamment ce qui a trait aux étonnants *muskeg* arctiques et périarctiques. Enfin, à propos des faits régionaux, nous avons cru préférable de parler de provinces plutôt que de zones. Les onze province que nous avons définies peuvent devenir autant de types périglaciaires généraux ; on pourrait dire, par exemple, type *Victoria* pour toute région du monde caractérisée par une polygonation « froide » bien développée.

---

[138] Sticht, J. H., *Geomorphology and glacial geology along the Alaska highway in Yukon Territory and Alaska.* Thèse de Ph. D., Cambridge, 1951, 175 pages, fig.

Ces données générales n'ont pas été étudiées pour elles-mêmes mais en fonction des situations canadiennes. L'essentiel de notre contribution réside ici dans une première organisation spatiale des phénomènes basée sur la différentiation des régimes régionaux. Le périglaciaire du Canada n'appartient pas à un seul et même type développé dans une immense région unique : génétiquement, le périglaciaire non arctique n'est pas une forme simplement dégradée du périglaciaire arctique. Du Nord au Sud, du Canada, comme de l'Est à l'Ouest, les régimes périglaciaires changent profondément. D'un point à l'autre, de nouveaux ensembles se forment, basés sur de nouvelles combinaisons où les processus périglaciaires ont un jeu exclusif ou dominant ou associé ou intermittent. Nous avons identifié plusieurs provinces : *Innuit, Elisabeth, Victoria* et *Keewatin* ; *Hudson, Labrador* et *Mackenzie* ; *Alberta* et *Saint-Laurent* ; *Yukon* et *Columbia*. Dans cette étude de répartition, nous avons noté d'importants décrochements latitudinaux dont, 1° l' « hypervaleur » de l'indice périglaciaire de la façade Ouest de la Baie d'Hudson, 2° l' « hypovaleur » de cet indice dans le Sud central du district du Mackenzie, et, 3° le faible gradient périglaciaire de l'Ungava-Labrador.

Il faudrait bien qu'un jour, lorsque les inventaires nationaux seront plus complets, quelqu'un entreprenne des comparaisons valables à l'intérieur du monde boréal ; de nombreux rapprochements sont à faire entre le Canada, l'U.R.S.S. et les îles de l'Atlantique-Nord. Souhaitons que le Commission de géomorphologie périglaciaire de l'UGI puisse atteindre cet objectif avant les réunions du Congrès du Royaume-Uni en 1964.

APPENDICE

VOCABULAIRE PÉRIGLACIAIRE DES MOTS NOUVEAUX ET PEU CONNUS

NOTE : *La plupart des nouveaux termes sont de nous. Les chiffres indiquent l'année de publication. Le mot entre parenthèses et à droite est l'équivalent anglais suggéré. Les exemples sont canadiens.*

COEFFICIENT DE GLACEMENT (1958) (*ice index*)
Se rapporte aux glaces flottantes. 1° Rapport entre la quantité des glaces (une charge) et le débit d'un cours d'eau ; 2° rapport entre la quantité des glaces (volume) et les dimensions du lit (profondeur, largeur et hauteur des berges).

CRYONIVAL (*cryonival*)
Terme que certains auteurs (Guillien, 1951 ; Capello, 1960) suggèrent pour remplacer périglaciaire.

COURS D'EAU À BERGES FESTONNÉES (1958) (*river with cuspated banks*)
Rivière ou lac dont les berges, basses, découpées en festons réguliers, peuvent se trouver sur chaque rive. Phénomène périglaciaire ?

ENGEL (1959) (*freezing*)
Période de l'installation du gel ou de la pénétration de l'onde de gel dans le sol ou dans d'autres matériaux. Contraire de période de dégel. Correspondrait à englaciation lors de la progression glaciaire.

FINI (1957)

Qualifie la fin de la période. S'applique dans ce travail à nival, à glaciel, à gélival, à Wisconsin . . .

FLUVIOPÉRIGLACIAIRE (1960) (*fluvioperiglacial*)

Rencontre, dans les processus ou dans les phénomènes, du fluvial et du périglaciaire ; par exemple, la vallée asymétrique modelée sous climat froid.

FORÊT-GALERIE

Bordure forestière généralement installée le long d'un appareil hydrographique (cours d'eau, lac) dans la zone subarctique ; extérieurement semblable à la forêt-galerie des savanes tropicales.

FROID (DANS LES PROCESSUS « FROIDS ») (*cold*)

Synonyme de périglaciaire ; comprend tous les processus cryoclimatiques autres que la glace de glacier (agent clef du relief glaciaire).

GÉLIFLUCTION (1960) (*gelifluction*)

Néologisme créé dans l'esprit de la nomenclature amorcée par K. Brian en 1946 et désignant uniquement ce type de solifluction qui est périglaciaire. Permet d'éviter la confusion.

GÉLIFRACT (1960 ; Congelifract, Bryan, 1946) (*gelifract*)

Un morceau détaché par le gel.

GÉLIFRACTION (Baulig, 1956 ; Congelifraction, Bryan, 1946) (*gelifraction*)

Action de l'isolement d'un morceau par le gel.

GÉLISOL (1960) (*gelisol*)

Créé dans l'esprit de la nomenclature amorcée par K. Brian en 1946. Désigne le « sol » gelé (tout terrain, meuble ou non) ; il aurait donc été préférable que K. Brian choisisse un autre mot que sol dans « pergélisol » mais l'usage a maintenant consacré cette imprécision. Sur le plan de la durée, le gélisol se divise en deux : le *pergélisol*, terrain toujours gelé, et le *gélisol temporaire* (expression bien préférable à celle de permafrost saisonnier) qui est un terrain gelé durant une courte période allant de quelques jours à plusieurs mois ; il est rare que le gélisol temporaire ne dure qu'une saison exactement.

GÉLISOLÉ

Adjectif qualifiant l'état de gel dans les terrains.

GÉLISOLATION (*gelisolation*)

Action de l'installation du gel dans les terrains.

GÉLITURBATION (Baulig, 1956 ; Congeliturbation, Bryan, 1946) (*geliturbation*)

Action de perturbation de matériaux par le gel. Synonyme de cryoturbation, au sens strict.

GÉLIVAL (1960) (*gelival*)

Créé dans l'esprit de la nomenclature de K. Brian qui utilisait le radical « géli ». Concerne l'aventure complète du gel dans les matériaux : terrains ou végétaux, par exemple, le cycle du gel : engel, état de gel, dégel, regel. Parallèle à nival (neige), à glaciaire (glaciers).

GLACIEL (1959) (*floating ice system*)

Terme générique s'appliquant à tout ce qui se rapporte aux glaces flottantes en hydrologie, morphologie, géographie humaine . . .

« ÎLES » ARBUSTIVES (*spruce islands*)

Traduction libre de l'anglais *Spruce Islands* des *muskeg* subarctiques. En rapport avec une ancienne lentille de glace dans le sol ? et avec un enrichissement minéral et une légère élévation topographique.

INTER (*inter*)

Préfixe s'appliquant d'une manière analogue à *inter* dans interglaciaire avec les mots nival, gélival, glaciel et même périglaciaire. Comme exemple de cette dernière situation : au cours de l'été, les conditions climatiques du Labrador méridional peuvent devenir entièrement tempérées, c'est l'interpériglaciaire ; tout le reste de l'année appartient au périglaciaire climatique.

LYELL (R. Lougee, 1960) (*lyell*)

Bloc transporté et délesté par les icebergs. Un phénomène glaciel.

MUSKEG (mot indien) (*muskeg*)

Formation végétale marécageuse et peu arbustive. Dans les pays subarctiques, le *muskeg*, milieu froid, peut prendre un modelé périglaciaire original, par exemple, les tourbières réticulées (1957), les « îles » arbustives, les forêts-galerie et les arcs de végétation.

MOLLITION (K. Brian, 1946) (*mollition*)

Action de l'installation du mollisol.

NIVAL (*nival*)

Terme ancien de météorologie, d'hydrologie et morphologie. Différent de nivation. Un élément fondamental d'un type de régime périglaciaire. Se marie bien avec les mots fini, inter, fluvio, paléo . . . Par exemple, internival, fininival.

PALÉO (*paleo*)

Préfixe s'accolant à gélisol, nival, glaciel, périglaciaire, climat. L'on note que tout phénomène ancien n'est pas automatiquement en état stratigraphique de fossilisation.

PATTERNED GROUND (A. L. Washburn, 1950) (*patterned ground*)

Cette expression anglaise se traduit mal en français ; le traditionnel « sol polygonal » n'est pas exact ; peut-être pourrions-nous parler de terrains à figure géométrique.
Tous les *patterned ground* ne sont pas périglaciaires. Les *patterned ground* de Washburn n'englobent qu'un certain nombre des phénomènes de réticulation « froide » ; c'est une classification basée sur des figures géométriques (cercle, polygone, réseau, gradin, traînée) et sur le triage.

PERGÉLISOL (K. Brian, 1946) (*pergelisol*)

PERGÉLISOLÉ, PERGÉLISOLATION, voir *gélisol* . . .

PÉRIGLACIAIRE (Lozinski, 1909) (*periglacial*)

Terme insatisfaisant mais accepté par plusieurs chercheurs. Strictement, le périglaciaire est de situation (autour des glaciers). Le terme s'est étendu à la dimension d'un périglaciaire climatique, celui qui est en relation avec les agents « froids » autres que la glace de glaciers.

1. CYCLE P. (*cycle*)

a) (Peltier, 1950). Terme morphologique rappelant le cycle d'érosion normale de W. M. Davis et s'appliquant à l'évolution du relief d'une région soumise aux processus périglaciaires ; *b*) Séquence des événements périglaciaires qui ont la propriété de se reproduire périodiquement et selon une intensité sensiblement égale ; par exemple le cycle périglaciaire du Labrador central dure en moyenne 9 mois par an.

2. FACIÈS P. (*facies*)

Se rapporte aux aspects, aux caractéristiques surtout génétiques, du modelé périglaciaire ; par exemple, telle région a davantage un faciès de gélifraction qu'un faciès de solifluction.

3. GRADIENT P.

S'applique au comportement de l'indice périglaciaire dans l'espace. Le gradient est élevé si les changements sont grands dans une zone étroite ; il est fécond de comparer les valeurs du gradient en divers points de la zone périarctique du Canada.

4. INDICE P. (Brochu, 1960) (*index*)

Donne la mesure de l'importance et de l'intensité du périglaciaire ; par exemple, l'Arctique a évidemment un indice plus élevé que les Basses Terres de la baie d'Hudson. La différence dans les régimes périglaciaires d'une région à l'autre ne rend guère possible l'établissement d'une formule unique de l'indice.

5. PROCESSUS P. (*process*)

Les processus et les contingences périglaciaires sont nombreux. *a*) Leur jeu peut être exclusif ou dominant ; l'on obtient alors un modelé périglaciaire de type pur ; *b*) La plupart du temps, le jeu des processus périglaciaires n'est qu'associé ou intermittent ; en ce cas, le faciès périglaciaire n'est pas net et il est difficile d'évaluer ce que le relief total doit aux processus périglaciaires.

6. PHÉNOMÈNE P. (*phenomena*)

Par exemple, un cercle de pierres, une vallée asymétrique d'origine « froide ».

7. PROVINCE P. (*province*)

Nom donné aux grandes régions périglaciaires. Par exemple, au Canada à l'Ouest des Cordillères : INNUIT, ELISABETH, VICTORIA et KEEWATIN ; HUDSON, LABRADOR et MACKENZIE ; ALBERTA et SAINT-LAURENT. Dans les Cordillères : YUKON ; COLUMBIA. Ces Provinces sont des ensembles ayant des faciès, des cycles saisonniers, des régimes et des indices différents ; elles englobent aussi des faits périglaciaires anciens et actuels. Elles ne sont ni de véritables zones, ni de petites régions à périglaciaire spécialisé.

8. RÉGIME P. (*regime*)

Rapelle 1° la combinaison dominante des processus par exemple, gélifraction-solifluction ; 2° la répartition temporelle de leur *impact*, par exemple, l'hiver ; 3° l'alternance possible de séries périglaciaires et apériglaciaires dans le temps. Le régime périglaciaire associé et intermittent de la vallée du Saint-Laurent est basé sur une combinaison du nival, du gélisol et du glaciel ; ce régime ne dure que 5 mois par an environ ; l'action des processus périglaciaires sur le modelé est donc loin d'y être exclusive.

9. ZONE P. (*zone*)

L'usage de ce terme a été volontairement restreint car trop d'éléments rendent le périglaciaire azonal.

10.

Il est parfois utile d'accompagner le mot périglaciaire ou d'autres mots de « a », « pré », « inter », « fini », « pleni ».

PLÉNI (*pleni*)

Qualifie la phase maximale d'un événement, par exemple, d'une période périglaciaire.

POLYGONATION (*polygonation*)

Action de l'installation de toute (polygonation) à la surface ou dans les sections supérieures des terrains. Il y a une polygonation en pays froids. Distinguons une MICRO, une MÉSO et une MACRO polygonation.

TOURBIÈRE RÉTICULÉE (1957) (*string bog*)

Matière végétale, peu arbustive, lacérée en mares (ou dépressions) et en lanières (ou buttes) sous l'action de divers processus dont certains sont « froids ».

TABLE DES MATIÈRES

PAGES

Abstract 3

INTRODUCTION 3

I. CONTINGENCES DIVERSES 8

1. — *Modalités de terrain*

A. Régions glaciées. — B. Nature des matériaux. — C. Régions submergées, littorales et émergées. — D. Montagnes et régions de pente raide. — E. Eau dans les matériaux. — F. L'Éolien.

2. — *Les incidences biogéographiques*

La végétation: *a*) Périglaciaire et végétation ; *b*) Fait original du muskeg ; *c*) Aspects régionaux.

II. CONDITIONS CLIMATIQUES 24

1. — *Gélisol et mollisol*

A. Pergélisol. — B. Gélisol temporaire.

2. — *Nival*

A. Précipitations nivales. — B. Durée du manteau neigeux et l'internival. — C. Le nival dans le fluvial. — D. Nival et modelé périglaciaire.

3. — *Température de l'air*

A. Cycles gélivaux. — B. Isotherme annuel de 3°C. — C. Indices thermiques globaux.

4. — *Glacial*

A. Glaces flottantes. — B. Modelé glaciel.

III. ÂGES, RÉGIMES ET RÉGIONS 37

1. — *Esquisse d'une chronologie*

A. Bas et Moyen Wisconsin. — B. Pléni Wisconsin. — C. Fini Wisconsin. — D. Tardiglaciaire. — E. Actuel. — Conclusion.

2. — *Essai de régionalisation*

A. Aspects régionaux singuliers. — B. Provinces et régimes.

CONCLUSION 51

VOCABULAIRE PÉRIGLACIAIRE DES MOTS NOUVEAUX ET PEU CONNUS 62

University of Alberta Library
0 1620 0329 5639